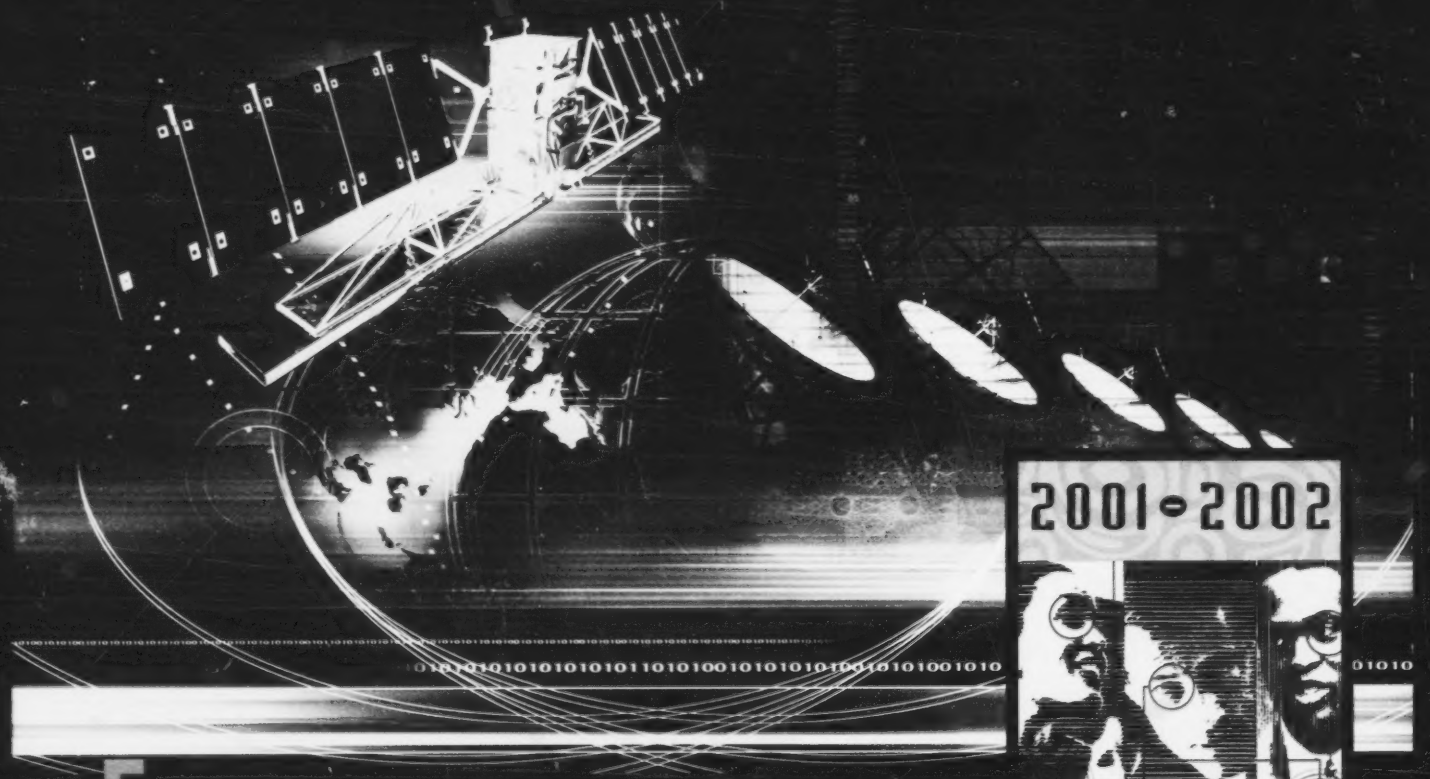
Canadian Space Agency | Agence spatiale canadienne

CSA ASC

RADARSAT



2001-2002

[Annual Review]

Canada

RADARSAT-1 is the Canadian Space Agency's first Earth Observation satellite. Equipped with a powerful synthetic aperture radar (SAR) instrument, the RADARSAT-1 satellite acquires images of the Earth day or night and in all weather including cloud cover, smoke and haze.

RADARSAT-1 Program Partners

Canadian Space Agency (CSA)
Space Operations, Satellite Operations Directorate

Natural Resources Canada (NRCan)
Canada Centre for Remote Sensing (CCRS)

MacDonald, Dettwiler and Associates (MDA)
RADARSAT International (RSI)

National Aeronautics and Space Administration (NASA)

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

Canadian Provinces

Canadian Industry

International Network Stations

103-02103/

Contents

The Global Reach of Canadian Innovation	3
RADARSAT-1: Leading Role in the International EO Community	5
Extending the Life of RADARSAT-1	6
A Global Presence	10
Disaster Management: Reaching out to the World	14
Antarctica: A New Age of Exploration	16
Data Source of Choice	18
Students on Ice	20
Total Solutions for Evolving Business Needs	22
Workshops Bolster Data Usage	24
Meeting Future Earth Observation Needs	26
RADARSAT-2: Advancing Earth Observation	30

December 12, 2001 marked the 100th anniversary of Guglielmo Marconi's historic radio broadcast from Cornwall to Signal Hill, Newfoundland, which is clearly visible in this Fine 1 image of St. John's. When Marconi heard three faint clicks on Signal Hill, he gave the world a preview of how this technology would transform how we communicate. The development of the RADARSAT-1 satellite technology carries on Canada's tradition of technology innovation, providing new and unique images of the Earth. *RADARSAT-1 data © Canadian Space Agency 2001. Received by the Canada Centre for Remote Sensing. Processed and distributed by RADARSAT International.*

The Global Reach of Canadian Innovation

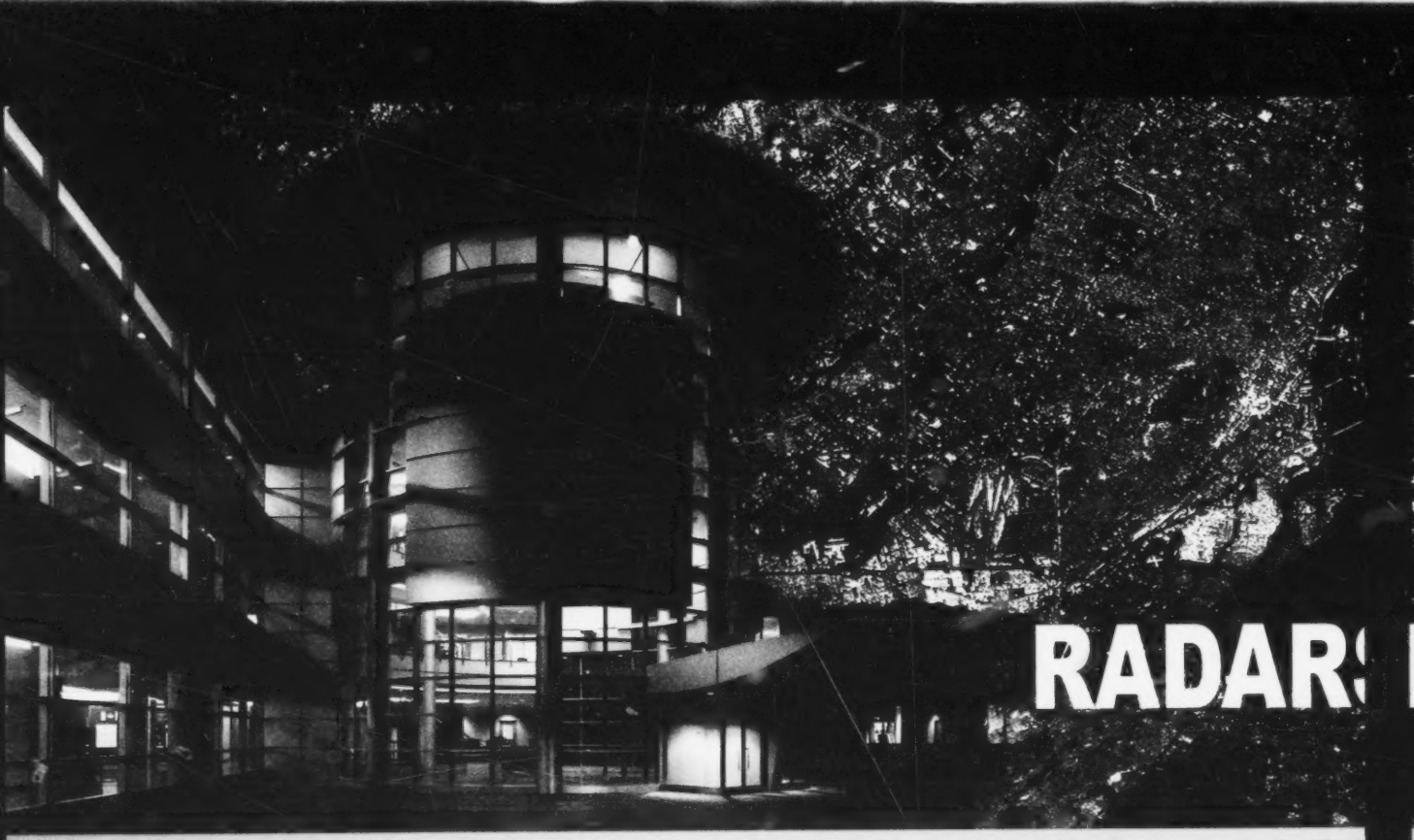
After seven years at the helm of the Canadian Space Agency (CSA), Mr. Mac Evans retired on November 22, 2001. I now have the honour of following in the footsteps of an extraordinary individual who devoted 30 years of his life to the conception and promotion of many of the space plans that define the Canadian Space Program today. We are proud of the legacy he leaves us, and in particular, the RADARSAT Program.

RADARSAT-1, the first Canadian commercial Earth Observation (EO) satellite, is the backbone of the Earth and Environment sector—one of CSA's five principal service lines—that includes space technologies used for the study, surveillance and protection of the Earth and its environment. Canadian technological and scientific achievements, as well as the Canadian expertise engendered by RADARSAT-1, have been undeniably outstanding over the past six years. Indeed, in exceeding its design life expectancy, RADARSAT-1 continues to reliably deliver SAR data products to nearly 600 clients in almost 60 countries, with applications in diverse fields ranging from cartography and agriculture to disaster monitoring and petroleum exploration.

I am committed to continuing CSA's development of advanced, state-of-the-art space technologies that will benefit Canadians. Having seen first-hand our blue planet from space also makes me realize the need to utilize our space resources for the benefit of all humanity. With that in mind, CSA has joined with other space agencies in providing EO data under the International Charter "Space and Major Disasters," and helping to mitigate the effects of catastrophes around the world.

In developing an innovative satellite SAR system, Canada has taken a leadership role in providing space-based technologies that respond to real needs here on Earth. This pioneering effort will help prepare the international community for RADARSAT-2, the next generation of Canada's EO satellite technology.

Dr. Marc Garneau
President
Canadian Space Agency



From its corporate headquarters in Saint-Hubert, Quebec, which houses the RADARSAT-1 Mission Control, the Canadian Space Agency is leading Canada into a new era of development and application of Canadian Earth Observation technology and resources for the benefit of all humanity. *RADARSAT-1 data © Canadian Space Agency 1999. Received by the Canada Centre for Remote Sensing. Processed and distributed by RADARSAT International.*

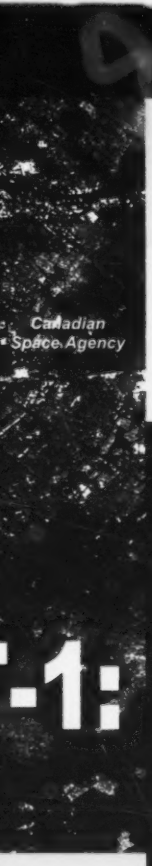
New Executive Team Leads CSA in 21st Century

As Canada embarks on its fifth decade in space, it does so with leadership that is both new and familiar. The recent CSA appointments of Dr. Marc Garneau as President and of Mr. Pierre Richard as Senior Vice-President build on the well-established tradition of leadership, excellence and innovation that has made Canada a leader among space-faring nations. Both Dr. Garneau and Mr. Richard draw on vast experience and distinguished careers in Canada's Public Service and military.

Dr. Garneau, who served in the Canadian Navy for 15 years, was an original member of the Canadian astronaut corps. Dr. Garneau was Canada's first astronaut to go into space, and flew on three space shuttle flights before retiring as an astronaut to take on his executive management responsibilities with CSA. Throughout his career Dr. Garneau has demonstrated a commitment to excellence and a dedication to ensuring that the development and application of Canadian space knowledge, expertise and technology benefits all Canadians and all humanity.

Mr. Pierre Richard
Senior Vice-President
Canadian Space Agency

Mr. Richard works closely with Dr. Garneau to help shape the future direction of CSA and to continue to provide the Agency with strong leadership. Prior to his appointment as CSA's Senior Vice-President, Mr. Richard directed the strategic positioning and communications efforts of Natural Resources Canada, and held executive management roles in other federal government departments such as Health Canada, the Department of National Defence, and the Privy Council Office. He also served 13 years with the Canadian Forces, including postings both abroad and in Canada.



-1:

Leading Role in the International EO Community

In its seventh year of operation and two years beyond its five-year design lifetime, Canada's RADARSAT-1 satellite continues to perform on schedule, delivering unique and high-quality SAR data products to commercial, operational and scientific clients worldwide. This unfailing reliability became increasingly important in 2001 with CSA's commitment to continue to operate RADARSAT-1 at least until RADARSAT-2 is launched and commissioned.

Accordingly, CSA directed a major focus in fiscal year 2001/2002 to the preservation of the RADARSAT-1 satellite. "With their intrinsic skills perfected by years of experience in operating this powerful satellite SAR system, I'm confident our team is the best qualified anywhere to meet the challenge of successfully extending the life of RADARSAT-1 until RADARSAT-2 is commissioned," said Dr. Rolf Mamen.

"Furthermore, I'm proud to report that the RADARSAT-1 Program has not only met but surpassed all of the objectives set out in 1995." noted Dr. Mamen. "Without question, the Program has achieved unprecedented success in establishing market segments which have resulted in economic benefits to the public and private sectors, as well as in promoting the use of RADARSAT-1 data around the world, while generating a significant revenue for CSA. In addition, the Program continues to foster the science applications of SAR data and promote the national interest, as well as support and contribute to Canadian industry leadership, global environment and resource management, and to the development of a commercially viable remote sensing industry."

RADARSAT-1's extraordinary images of the icy continent of Antarctica continue to captivate the public's attention. This year was no exception: in February 2002, the National Geographic Society published a stunning thematic map supplement—based on imagery from RADARSAT-1's historic Antarctic missions of 1997 and 2000—a portion of which is featured in this year's review.

Shifting focus from the print medium to television, 2001 saw CSA enter into negotiations for a license agreement with Quebec's Télévision Quatre Saisons (TQS). Under this agreement, TQS is able to display part of the RADARSAT-1 Mosaic of Canada for its weather reports on Quebec, New Brunswick, Newfoundland and Labrador, Nova Scotia, and Prince Edward Island. This unique agreement will lead to a new visibility for the RADARSAT-1 Program.

During this past year, the Province of Newfoundland and Labrador became a strategic partner in the RADARSAT-1 Program upon signing a data agreement with CSA, which completes the series of Memoranda of Understanding with Canada's provinces. A data agreement has also been initiated with the government of the Yukon. In addition, the National Master Standing Offer (NMSO) was renegotiated, enabling Canadian government department and agency users to purchase RADARSAT-1 data at a reduced price from RSI.

The past fiscal year also saw NASA and NOAA extend their agreement with CSA for the utilization of RADARSAT-1 data, for example, by the US National Ice Center, which works closely with the Canadian Ice Service. Another notable accomplishment was the successful completion of RADARSAT-1's global land stereo coverage, which makes the RADARSAT-1 archive the world's largest database for radargrammetric applications.

The role of RADARSAT-1 continues to evolve to meet emerging EO opportunities. According to Dr. Surendra Parashar, "This means that RADARSAT-1 data products are gaining more significance as a valuable component in end-to-end information solutions, as well as in complementing other data sources. Canada continues to forge strong links with other EO data providers through initiatives such as the International Charter "Space and Major Disasters." We're ready for this wider, more global role, and intend to leverage our considerable experience with RADARSAT-1 to support other satellite missions such as SCISAT, ENVISAT and, in the future, RADARSAT-2."

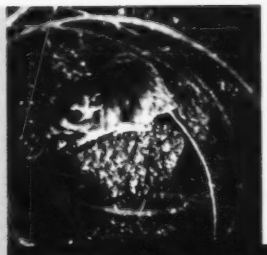
At the close of 2001, and more than six years after the launch of RADARSAT-1 on November 4, 1995, Canada's SAR satellite continues to acquire high-quality SAR data. In this extended mission life operation, the Operations Planning group of Satellite Operations continues to support the imagery requests of commercial, scientific and operational clients from around the world with an exceptional success rate of 96 percent.

A key achievement for the Operations Planning group was assuming the responsibility of the Canadian Government Order Desk (CGOD) in Saint-Hubert, Quebec on June 25, 2001. CGOD manages the scheduling, acquisition and production support services for all Canadian federal, provincial and territorial government RADARSAT-1 imaging requests. Previously, CCRS provided this service from Ottawa.

By accessing a CSA ftp site, Canadian government users can now order RADARSAT-1 images more efficiently, as well as more easily select data products and obtain information on the RADARSAT-1 system. This client-focused approach has meant that CGOD was able to process an impressive 426 image requests in the past six months.

Enhanced Image Processing

This past year has been productive for the Canadian Data and Processing Facility (CDPF), highlighted by the conclusion of the upgrade project. Milestones completed in 2001 encompassed the incorporation of a physical model for the Doppler Centroid Estimator, as well as the Automatic Gain Control Saturation Correction algorithm, which will improve visible quality and reduce radiometric variations within both single beam and ScanSAR images.



The Kangaroo Rat is one of 22 rodent species for which researchers at the Sevilleta National Wildlife Refuge and Long-Term Ecological Research site maintain long-term data. Research results are being used to develop rodent/virus sampling strategies and human disease prevention plans in the United States. *Photograph © Karen Kirtland, Natural Resources Assessment Inc.*

Extending the Life of RAI

Particularly noteworthy was the delivery and acceptance by RSI of a new MDA Direct Archive System (DAS) and a Product Generation System (PGS), which operates the RADARSAT-1 SAR processing module. Combined, the DAS/PGS systems will function as backup to the existing CDPF, following the full integration into the RADARSAT-1 ground segment.

Maintaining Image Quality

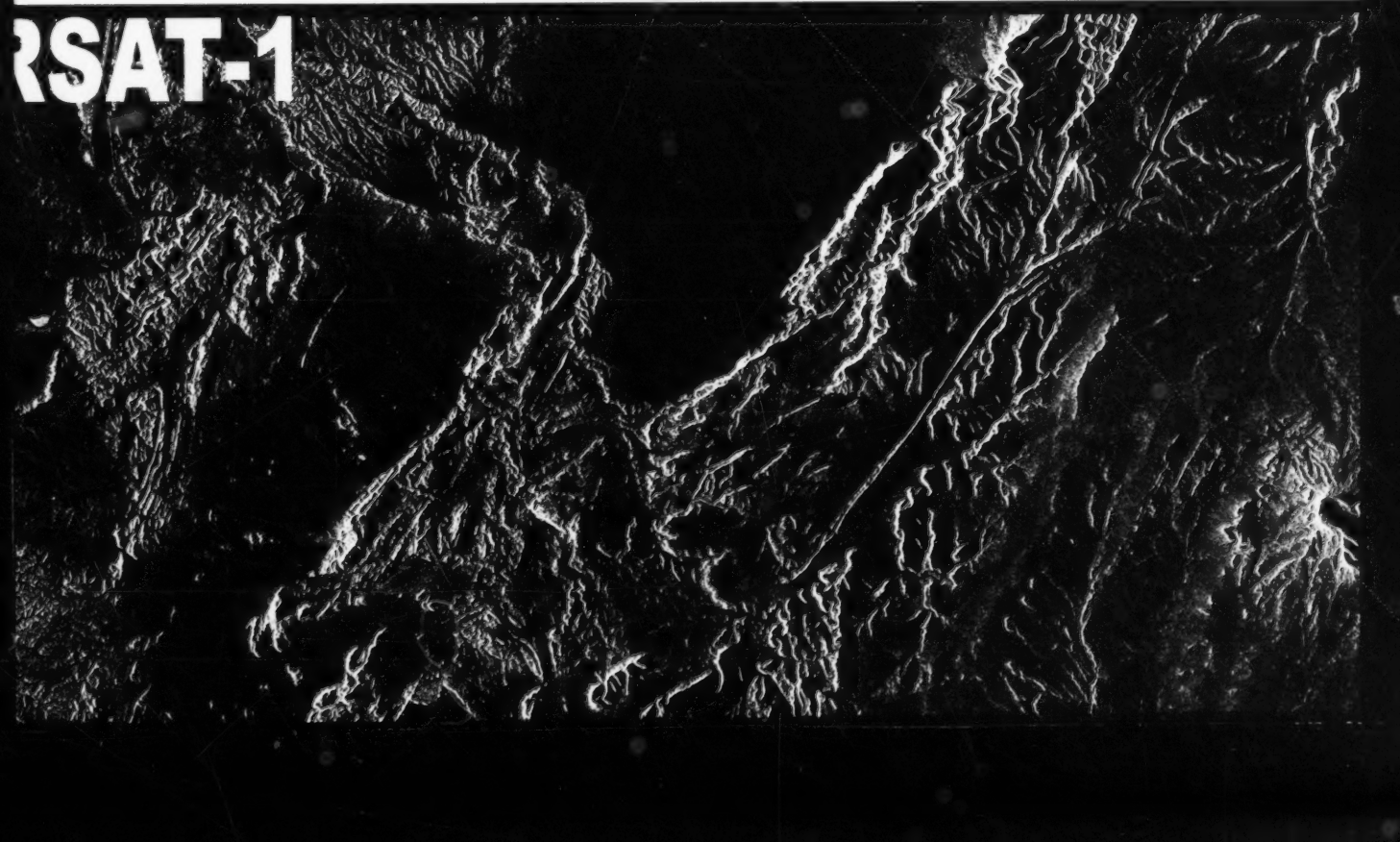
As in past years, the RADARSAT-1 image quality maintenance program continued to be fully operational throughout 2001. The radiometric calibration performance of each calibrated beam was monitored regularly and adjustments in processing parameters were made. Efforts were also focused on enhancing previously existing tools and methodologies. In addition, a new tool was developed to specify details of the location error measured on images of RADARSAT-1 precision transponders.

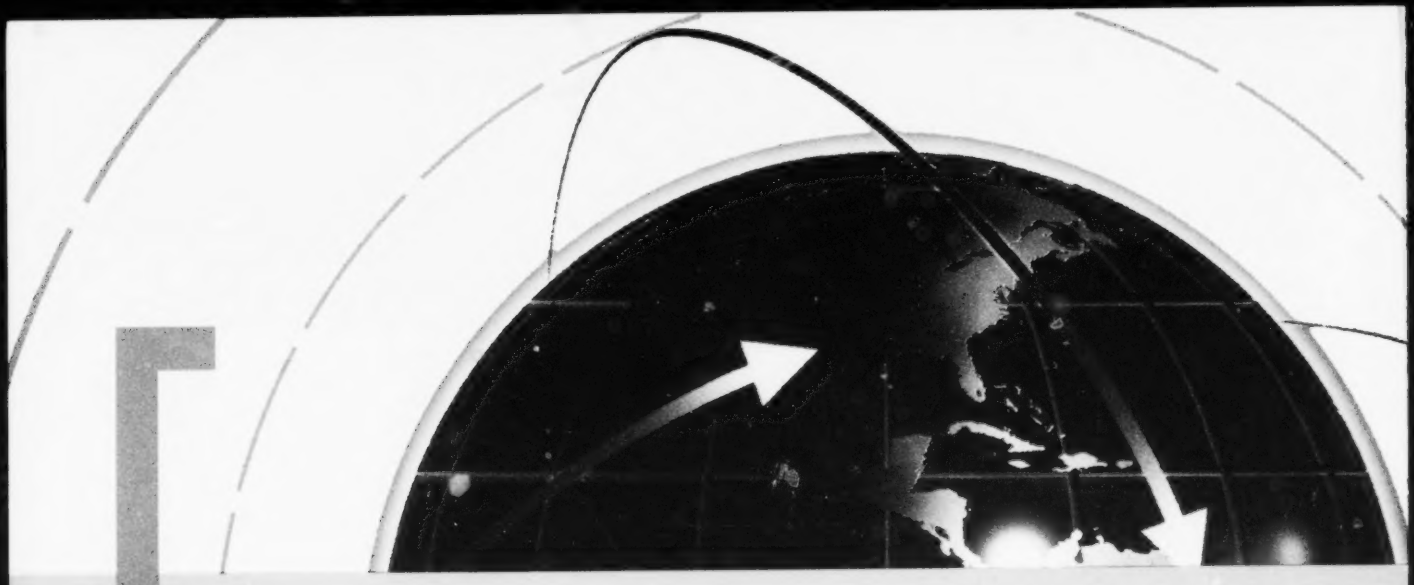
RADARSAT-1 Archives Search Application

Vantage Point International (VPI) is developing a RADARSAT-1 archives search application for the CSA web site. Scheduled to go online in April 2002, the application will provide web visitors with the ability to search a database for all the acquisitions made by RADARSAT-1 since its 1995 launch. Acquisitions returned by the search will be drawn as swaths on a web map, which will allow visitors to see whether or not the area they are interested in is covered.

With this new ability to see what is available in the RADARSAT-1 archives, clients who wish to purchase an archive image will be able to indicate to the Order Desk exactly what image they need, rather than first inquiring whether or not such an image exists. The online database will be updated daily, making the RADARSAT-1 archives search application a useful tool for RADARSAT-1 data users around the world.

Change detection in SAR imagery is often hindered by speckle noise, which can be reduced without loss of spatial resolution if multiple images are used. A series of six Standard 1 images were acquired over New Mexico (United States) between June and November 1999. At the top of the image is the Sevilleta National Wildlife Refuge and Long-Term Ecological Research site; the Rio Grande River is on the left. Principal Components Analysis was applied to the co-registered image series. The first principal component (PC1) image captures radiometrically persistent features in the landscape with little loss of detail due to speckle. Shown in green, PC1 serves as a baseline for identifying significant changes in backscatter. Ephemeral streams and drainage networks, which appear after rainfalls, are shown in red and blue. *RADARSAT-1 data © Canadian Space Agency 1999. Received and processed by Alaska SAR Facility (ASF). Distributed by ASF and RADARSAT International. Produced and provided by CALMIT, University of Nebraska-Lincoln.*





Extending the Life of RADARSAT-1

Since the RADARSAT-1 satellite exceeded its life expectancy in November 2000, the System Operation group of Satellite Operations has invested considerable effort to identify and protect against potential causes or impacts of system failure. They have succeeded, and all systems onboard this powerful SAR satellite continue to operate effectively. Continuity of SAR data service for customers until RADARSAT-2 is launched—through continued RADARSAT-1 operation—remains a CSA priority.

Extensive analysis undertaken in 2001 indicates that RADARSAT-1's solar array will continue to provide adequate power for normal operation for many years to come. Propellant use is considerably lower than planned, partly as an expected inclination correction now appears unnecessary. Use of other consumable on-board resources, such as switch cycles, continues at a normal rate. Since most of the redundant units remain unused, they offer a second supply of resources once the first is exhausted.

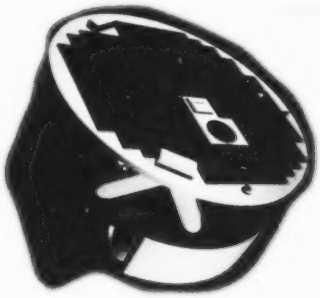
Speed control of the remaining horizon scanner continues to be a challenge. However, System Operation engineers have succeeded in reducing attitude errors in back-up control modes to levels acceptable both for satellite safety and for SAR imaging. Should the horizon scanner fail, this event is expected to have no effect on the user community. Studies and tests have also shown that if the healthy S-band downlink transmitter fails, operations can continue almost normally using the other degraded transmitter.

Lastly, the high-intensity LEONID meteor shower of November 2001 passed without detectable effect upon the satellite. As a result of this and other system achievements over the past year, the System Operation team is confident that it has taken all possible steps to maximize the life of the satellite.

2001 acquisition requests	22 215
2001 estimated minutes of data	45 612
2001 orbits	5 217
2001 estimated OBR imaging requests	5 553
Average system performance	96%
Number of playbacks per day	4.8
Total estimated number of requests	119 344
Total estimated minutes of data	258 144
Total orbits	33 431
Total estimated OBR minutes	61 751
2001 emergency event requests under the International Charter "Space and Major Disasters" (21 frames obtained)	5
2001 other emergency event requests (8 frames obtained)	5

Biologists at the Canadian Wildlife Service (CWS) of Environment Canada are using RADARSAT-1 data to study ice conditions around Canada's Belcher Islands, a series of island archipelagoes in southeastern Hudson Bay. CWS biologists are tracking how rapidly ice changes—winds often drive pack ice on- and offshore, as well as analyzing the effect of changing ice conditions on the distribution and abundance of sea birds in this important marine habitat. *RADARSAT-1 data © Canadian Space Agency 1999. Received by the Canada Centre for Remote Sensing. Processed and distributed by RADARSAT International. Sea bird and researcher photographs courtesy of Canadian Wildlife Service, Environment Canada.*

As ESA's most advanced EO satellite, ENVISAT was successfully launched on February 28, 2002. ENVISAT, the follow-on to the ERS-1 and ERS-2 satellites, will supply radar data, which together with radar data from RADARSAT-1, and soon RADARSAT-2, will be used by the commercial and scientific community in Canada. *Artist version of ENVISAT courtesy of ESA.*



Artist version of SCISAT.

Rafael Fernandez-Sein
University of Puerto Rico (UPRM), USA

Miguel Dragomir Zanic Cuellar
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Brazil

Andrew Ha
Korea Earth Observation Centre (KEOC), Korea

Tony Bauna
Tromso Satellite Station (TSS), Norway

Ian Pilling
QinetiQ, UK

Chuan-rong Li
China Remote Sensing Satellite Ground Station (RSGS), People's Republic of China

Shown here are just a few of the global representatives who attended the 2001 RADARSAT-1 Network Stations' Meeting, which was held at CSA headquarters in Saint-Hubert, Quebec, Canada.

In 2001, the ground stations in Thailand and Brazil achieved product certification, expanding the global coverage capabilities of the RADARSAT-1 Program and boosting the total number of RADARSAT-1 ground stations to 18. This year also marked the signing of a second station agreement in South America, and the certification of the Argentina ground station is now under way.

Ground Stations Explore New Applications

For the first time CSA's Satellite Operations Directorate and RSI hosted the RADARSAT Network Stations' Meeting at CSA headquarters in Saint-Hubert, Quebec. Representatives from nearly all of the 18 RADARSAT-1 ground stations—which together provide real-time coverage of three quarters of the world's land mass—participated in the three-day meeting in October 2001. Ground stations in geographically diverse countries such as South Korea, Norway, Brazil, and the United Kingdom benefited from presentations aimed at their region-specific requirements.

In early 2002, CSA successfully completed RADARSAT-1 beam pair stereo coverage of the Earth's land mass. In this map, light yellow represents Standard 7 and Standard 2 / Standard 4 beam pair coverage, and dark yellow represents Standard 7 and Wide 2 beam pair coverage.

Standard 7 beam combined with either Standard 4 or Standard 2 beam stereo coverage

Standard 7 beam combined with Wide 2 beam stereo coverage

Non-covered area

A Global Presence

RADARSAT-1 ground receiving station in Gatineau, Quebec, Canada.

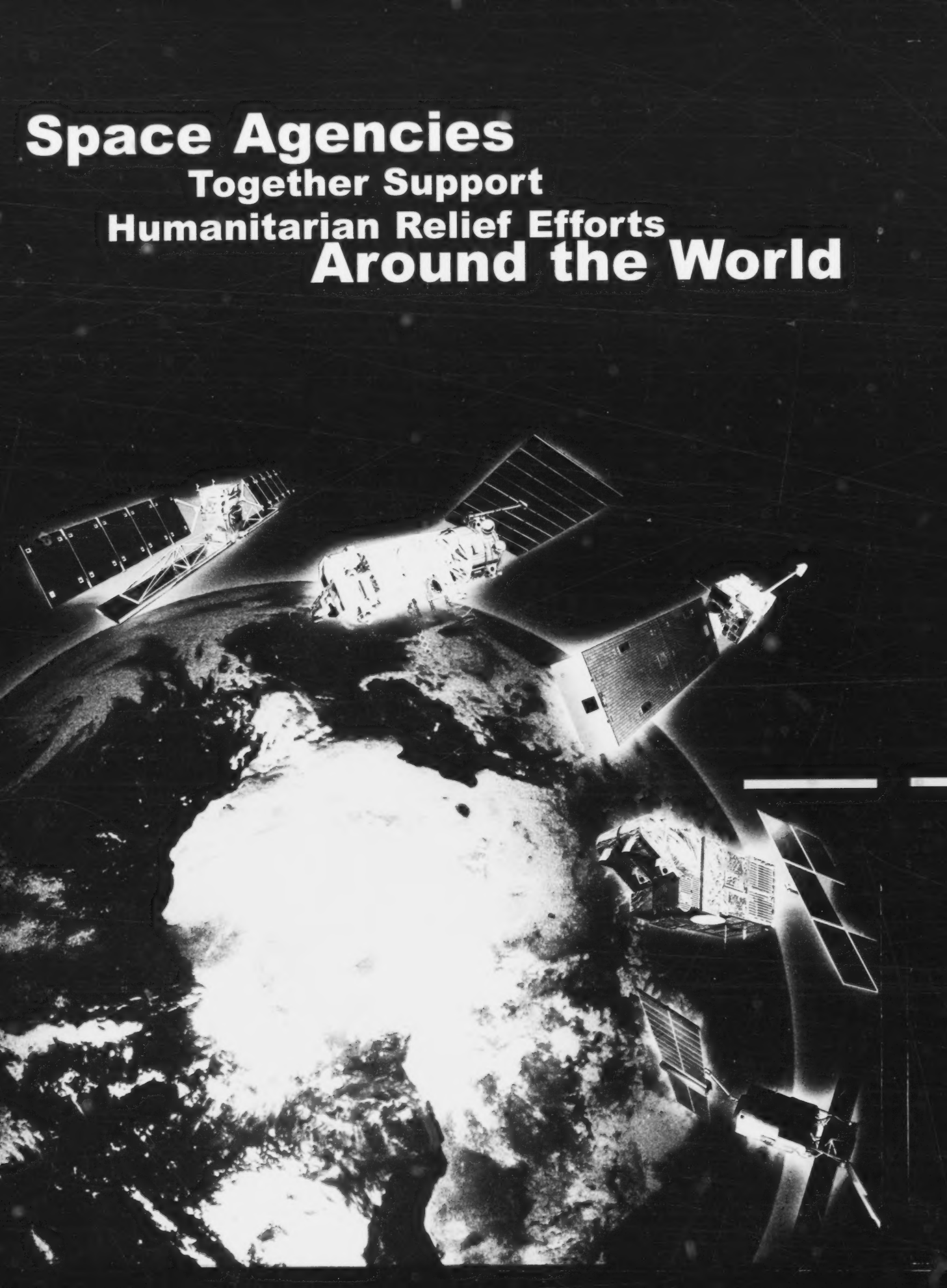
Exploring new RADARSAT-1 applications and markets that ould be supported by operational ground stations dominated scussions at this interactive forum. For example, applications ich as crop insurance and wind-field extraction, as well as ice onitoring and pipeline encroachment monitoring were examined. addition, discussions of other potential applications included the tegration of RADARSAT-1 with flood information projects, and arine applications. Furthermore, this year's meeting highlighted e fusion between existing technologies and RADARSAT-1 appli-ations, as demonstrated in Over the Horizon Radar (OTHR), a ystem developed by Raytheon Canada in which RADARSAT-1 ata was fused with OTHR data for vessel monitoring.

Background Mission Generates Global Stereo Coverage

RADARSAT-1 beam pair stereo coverage of the Earth's land mass was successfully completed in early 2002. As a result, the RADARSAT-1 archives have become the world's largest database for radargrammetric applications. Acquired over the past six years, this stereo data has been primarily used for mapping applications, including 3D viewing, digital elevation models and image rectification.

Global stereo coverage was achieved by combining Standard 7 coverage with coverage from a second beam. The second beam used a similar resolution and appropriate incidence angle difference, such as Standard 2 and 4 or Wide 2, depending upon the terrain geometry and the location of the region covered. Seasonal coherence was maintained as much as possible to ensure the quality of the stereo pairs.

Space Agencies Together Support Humanitarian Relief Efforts Around the World

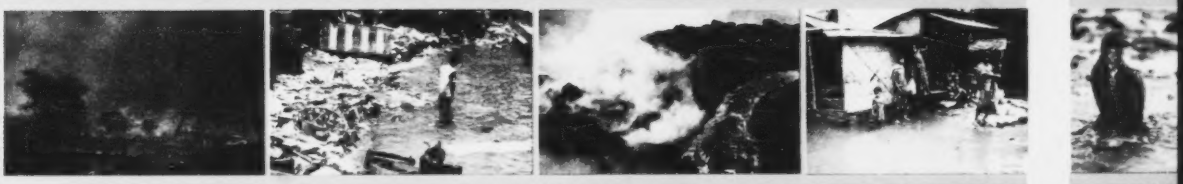


In response to catastrophes on four continents, the International Charter "Space and Major Disasters" was invoked eight times in 2001. These included a second wave of seismic shocks and accompanying landslides in El Salvador, flooding of the Saone River in France, oil spills off the coasts of Lebanon and Denmark, flooding of the Lena River in Siberia and the Nias Island in Indonesia, the volcanic eruption of Mount Etna in Italy, and flooding of the Moselle and Meuse Rivers in France and Germany. In all these disasters, the Charter partner agencies (ESA, CNES and CSA) successfully delivered multi-satellite data and data products to those in need—demonstrating the operational ability of these agencies to rise to the challenge of playing a coordinated role in the timely acquisition, processing, and delivery of vital information.

In 2001 the International Charter welcomed two new members: the U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) and the Indian Space Research Organization (ISRO). Their respective space and ground resources will strengthen the effectiveness and coverage opportunities of the Charter in responding to disasters.

Charter Evaluation Workshops

Two Charter Evaluation Workshops were held during the past year. The workshop in October 2001 examined the operating and activation procedures with Charter project managers and the relationships with value-added companies. At the January 2002 workshop in Paris, workshop participants reviewed the Charter's achievements over the previous 14 months. This most recent session also considered the capabilities of new EO satellite systems including SPOT-5, ENVISAT, RADARSAT-2, Cosmo-Skymed/Pleiades, as well as space telecommunications services such as the pilot Project REMSAT and the CNES New Stentor Services (NSS) test project—both aimed at fire monitoring, and the extended use of the Argos system and its potential contribution to disaster management.



Charter Web Site Provides Critical Information

In addition, members of the International Charter launched an innovative website (www.disasterscharter.org) at the January 2002 workshop. All International Charter members participated in the creation of the web site, which is hosted by CSA's Satellite Operations Directorate, and includes information on Charter members, Charter activations to date, and what happens when the Charter is activated. "This web site is an important step forward in the way we provide rescue and civil defence authorities with the information they need to help teams on the ground when time is critical," said Jean-Luc Bessis on behalf of the International Charter's Executive Secretariat.

Surendra Parashar, Director, Satellite Operations added, "As host of the International Charter web site, we are proud to contribute to this collective and international action. It will enable satellite planners from the member space agencies to accelerate the immediate tasking of space-based resources including SPOT, ERS, RADARSAT-1, as well as the soon-to-be-launched Indian and US satellites, which will acquire new images to assist humanity."

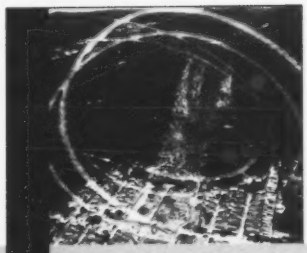
CSA ASC

esa

CNES

ISRO

NOAA



The January 13, 2001 earthquake that struck southern El Salvador lasted only 43 seconds but killed more than 1 000 people and caused multiple landslides. The most devastating landslide struck Santa Tecla, a western suburb of the capital city of San Salvador, killing 585 and burying or damaging hundreds of homes. *Photograph courtesy of CCRS.*

Disaster Management: Re

Canada's central role as Coordinator (along with China and France) is ensured by CSA's Satellite Operations Directorate. The Action Team held its first meeting in October 2001 during the 52nd International Astronautical Congress in Toulouse, France. The Action Team will analyze existing mechanisms and technologies, define requirements, develop solutions, and make recommendations that will lead to the implementation of an integrated global disaster management system and the utilization of the system by the various nations.

Since April 2001, more than 367 images of disasters were acquired under this joint CSA/RSI program—a substantial increase from the 200 acquired last year. In addition, the Disaster Watch database continues to be updated daily with CSA's Disaster Watch Report, which is now distributed to 178 organizations and individuals

hing out to the World

On May 22, 2001, the International Charter "Space and Major Disasters" was activated following the spring flooding of the Lena River in Siberia. The city of Yakutsk and its 200 000 residents bore the brunt of the destructive floods. This multi-satellite image combines data from RADARSAT, LANDSAT and SPOT. Urban areas are shown in white, water bodies in blue, forests in green, and agricultural areas in brown. *RADARSAT-1 data © Canadian Space Agency 2001. Received by the Canada Centre for Remote Sensing. Processed and distributed by RADARSAT International (RSI). SPOT data © CNES and Spotimage 2001. LANDSAT data distributed by RSI. Produced and provided by GAF.*

worldwide. Images acquired this year included the Baltic Sea, Italy, Indonesia, and Lebanon. Of particular significance were scenes acquired of the horrific September 11, 2001 terrorist attacks on New York City and Washington, D.C.

Hurricane Watch 2001

CSA, CCRS, and NOAA's Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory collaborated again to support Hurricane Watch 2001. This year, coverage was expanded to include Atlantic Basin Extra-Tropical transition storms in the Mid-Atlantic (above 40°N), as well as the tropical Eastern Pacific Basin. As a result of CSA's more proactive role in 2001, a six-fold increase in submissions and a 10-fold increase in the number of eye hits were realized. Furthermore, CSA launched a new website that provides timely, graphical representations of planned acquisitions to the partner organizations. Once each hurricane dissipated final acquisition status and results including quick-look images provided by CCRS were posted on the website.

In 2001, the program acquired images of the eyes of Hurricanes Chantal, Erin, Felix and Humberto in the Atlantic Basin, and of Dalila, Flossie, Gil and Juliette in the Pacific Basin, augmenting similar observations made during the three previous hurricane seasons. Once again more images showing well-organized, secondary atmospheric flow phenomena were produced, which may help scientists better understand hurricane dynamics and intensity changes.

ANTARCTICA
A NEW AGE OF EXPLORATION

This cutaway perspective of Antarctica produced by National Geographic Maps was featured as a supplement to the February 2002 issue of National Geographic Magazine. The BEDMAP Consortium, an organization that includes scientists from 12 countries, provided data for the terrain model that is overlaid with RADARSAT-1 satellite imagery of surface details. The RADARSAT-1 satellite revealed new details of the Southern Continent during its two mapping missions of Antarctica. The extraordinary digital mosaic created in 1999, after two years of compiling 4 500 scenes from RADARSAT-1's first mission in 1997, continues to be used to benefit the work of scientists in understanding the role Antarctica plays in global climate change.

ANTARCTIC PENINSULA

RONNE ICE SHELF

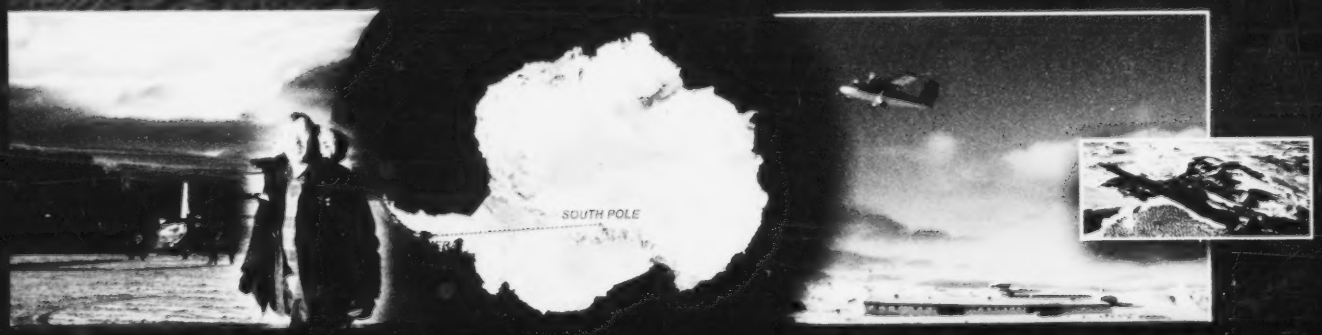
TRANSA

WEST ANTARCTICA

QUE

ROSS I

© 2002 National Geographic Society. Byrd Glacier image courtesy of NASA/Goddard Space Flight Center - Scientific Visualization Studio and the United States Geological Survey. BEDMAP dataset courtesy of David Vaughan and the BEDMAP Consortium. RADARSAT-1 data © Canadian Space Agency 1997. Received by the Alaska SAR Facility (ASF), Canada Centre for Remote Sensing and McMurdo Station. Processed by ASF and RADARSAT International (RSI). Photographs © Natural Environment Research Council - British Antarctic Survey.



On April 24, 2001, a leading Canadian polar air travel service, Calgary, Alberta based Kenn Borek Air Ltd., evacuated Dr. Ronald Shemenski from the Amundsen-Scott South Pole station after he suffered a severe attack of pancreatitis. After flying from Canada to Punta Arenas in Chile, the two Canadian Twin Otter planes and their four pilots battled -60°C temperatures, intense winds and polar darkness to land at the Rothera Air Base on Adelaide Island (where a back-up plane would remain). The pilots then flew for 10 hours to the South Pole station to rescue the U.S. doctor.

Source: The Ottawa Citizen/National Post

RADARSAT-1 continues to be the data source of choice for Canadian Ice Service (CIS) operations. More than 3 800 scenes were received in 2001, increasing the total number of scenes acquired since early 1996 to nearly 21 000.

During the past year, CIS and CSA negotiated a new service contract with RSI to maintain data processing and image data delivery for Canadian government clients until the end of RADARSAT-1's lifetime. This new contract reduces the cost of data pricing from CDPF to these clients by more than half. Although RADARSAT-1 is now operating beyond its original design life, CIS looks forward to continued reliable operations and availability of RADARSAT-1 data until RADARSAT-2 is launched and operational.

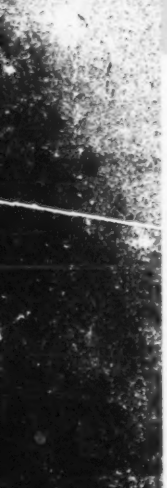
ScanSAR data ordered for CIS ice monitoring operations often captures dramatic snapshots of atmospheric conditions imprinted on the ocean surface in those areas where ice is not present. In the last several years there has been a growing interest in using satellite SAR data to extract marine meteorological information. With this in mind, CIS carried out a CSA-supported demonstration project during the winter of 2001 to take advantage of and exploit CIS's operational RADARSAT-1 data stream.

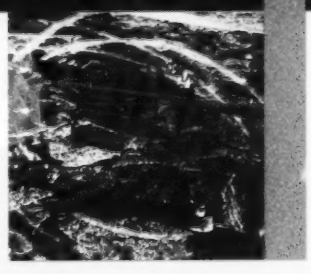
As part of the "Winds from SAR" demonstration, the Canadian Ice Service (CIS) delivered this ScanSAR Wide data product to the Thunder Bay Regional Weather Centre in Ontario, Canada. Wind-induced striations and surface features illustrated by variations in tone/backscatter can be seen in Lakes Superior and Michigan. Because the contrast was enhanced to highlight the backscatter variations in the water bodies, the land areas appear bright and the urban areas appear saturated. *RADARSAT-1 data © Canadian Space Agency 2001. Received by the Canada Centre for Remote Sensing. Processed and distributed by RADARSAT International. Produced and provided by CIS.*

From January to April 2001, more than 600 RADARSAT-1 ScanSAR images and derived wind products were delivered in near real-time to three meteorological centres on the East Coast and in the Great Lakes region of Canada to assess the utility of RADARSAT-1 data for assisting in marine weather forecasting. Feedback from meteorologists on the use of RADARSAT-1 for weather applications was positive, particularly for site-specific weather forecasting in regions such as coastal or marginal ice zones, lakes, and estuaries where observational data are sparse or where other information from sensors such as scatterometers suffer from low resolution and land contamination. CIS plans to repeat this "Winds from SAR" demonstration in winter 2002.

CIS also works in partnership with the U.S. National Ice Center to monitor ice conditions on the Great Lakes throughout the winter season in support of safe, efficient shipping on lake Erie, lake Huron and lake Michigan year-round. Using RADARSAT-1 images as the primary means of observation, the two national ice services coordinate efforts to provide twice weekly charts to the marine community that show the changing distribution and thickness of the ice. Daily bulletins are broadcast on marine radio to update the chart information and to warn of hazardous ice conditions that may be developing. The ice services are in constant contact with the Canadian and US Coast Guards, who operate a combined fleet of two heavy icebreakers and several smaller icebreaking vessels to keep ice jams from forming and to escort vessels through difficult ice.

Data Source of Choice





In this aerial photograph, two lakers—the Southdown Challenger, a US bulk cargo ship, and the Algowest, a Canadian oil tanker—are passing in the Detroit River. Designed to work exclusively on the Great Lakes, lakers navigate in channels cut through the ice by icebreakers. In heavier ice conditions, icebreakers escort the lakers directly. *Aerial photograph © Don Coles.*

Students on Ice organizes unique learning expeditions to the Antarctic and the Arctic, and has led student expeditions to both ends of the Earth since 1999. Students from around the world participate in the expeditions organized by this Ottawa, Ontario based organization, providing inspiring educational opportunities in the Arctic and Antarctica, and in doing so, help students foster a new understanding and respect for the Earth.

Through its Youth Awareness and Education division, CSA contributes to the Students on Ice expedition education programs by incorporating space technology, such as RADARSAT-1, into the expedition curriculum. CSA's Youth Awareness and Education division has developed a turnkey web-based package of information and learning activities on the science of radar imagery and how it provides vital information about global climate change. The package is available on the CSA KidSpace website at www.space.gc.ca/kidspace.

The success of the Students on Ice expeditions to Antarctica and the Arctic has been tracked via their website www.studentsonice.com, allowing millions to share their experiences and the educational benefits of the expeditions. The Education Programs for the Students on Ice expeditions are multi-faceted. A pre-expedition program helps prepare students for their learning adventures. During the expeditions, the students are immersed in lectures, workshops, hands-on research activities and experiential learning opportunities. A world-class team of scientists, educators and expedition experts work and travel with the students throughout the expedition.

Thousands of students of all ages, from across Canada and around the world, follow the expeditions on the Internet. During the Antarctic and Arctic expeditions, daily live Internet links via satellite allow the students to share digital photos, journals, discoveries, and much more.

Shown at left is the 2001 Students on Ice Arctic Expedition visiting a site high above the Itilleq Fjord in Western Greenland. *Photograph courtesy of Students on Ice.*

Students on Ice

In support of two expeditions by Students on Ice in 2001, CSA's Satellite Operations provided RADARSAT-1 images to help students pinpoint the location of their expedition vessels, as well as learn how to interpret the images to better understand the physical environment of the Arctic and Antarctica.

Arctic Expedition 2001

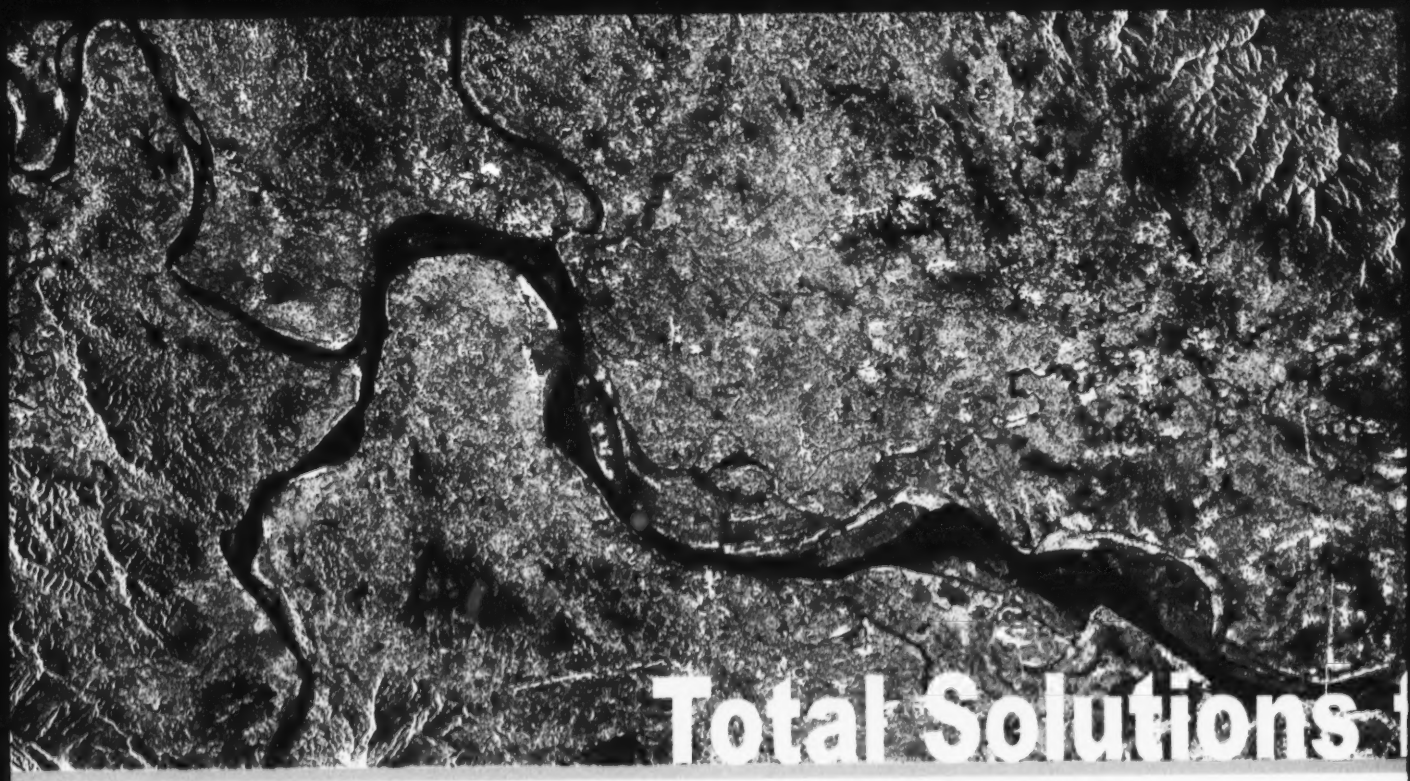
In August 2001, students flew from Ottawa, Ontario and across the Arctic Circle to land in a remote community on Baffin Island. They then boarded their expedition vessel the *M/V Akademik Ioffe* and spent the next 10 days exploring Canada's High Arctic and making their way to Greenland and the expedition's conclusion. On this expedition, an Extended High image of Pond Inlet was acquired on August 20, 2001, in which their expedition ship was visible. In addition, a Standard 7 image of Ilulissat, Greenland was acquired on August 24, 2001 that showed sites where the expedition visited by zodiac.

Antarctic Expedition 2001

In December 2001, students flew from Toronto, Ontario and across two continents to arrive at Ushuaia in Argentina to board their expedition vessel the *Polar Star*. For the next 11 days, the student expedition navigated the rough waters of the Drake Passage, which separates South America from Antarctica, and explored islands off the Antarctic Peninsula. One RADARSAT-1 scene was used on this expedition: a Standard 3 image acquired on December 9, 2001 of Deception Island off the tip of the Antarctic Peninsula.

Both these expeditions provided a unique opportunity to integrate RADARSAT-1 technology into the Students on Ice curriculum, and demonstrate how students can use advanced space-based technologies to facilitate their understanding of the world in which we live.

This Standard 7 image of Ilulissat, Greenland was acquired in support of the Students on Ice expedition to the High Arctic in August 2001. After visiting Baffin Island, the 75 students crossed the Davis Strait in their expedition vessel the M/V Akademik Ioffe to explore sites in Greenland's Disko Bay region, including Qilikitsoq where the Greenland Mummies were found 20 years ago, as well as visiting the Arctic Research Station in Qeqertarsuaq and the Greenland Icecap near Illusuaq. *RADARSAT-1 data © Canadian Space Agency 2001. Received by the Canada Centre for Remote Sensing. Processed and distributed by RADARSAT International. Iceberg photograph © Guillaume Dargaud (www.gdargaud.net). Student expedition and expedition ship photographs courtesy of Students on Ice © Brendon Grunewald (www.70south.com).*



Total Solutions

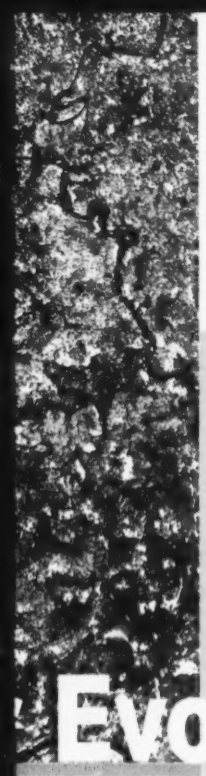
Subject to annual monsoons, the flat Red River Delta in Vietnam is highly susceptible to overland flooding. Using Earth Observation satellites such as RADARSAT-1 and LANDSAT 7 to image the area before flooding, baseline information on land use, settlement patterns, and infrastructure can be collected in readiness for flood mitigation efforts. *RADARSAT-1 data © Canadian Space Agency 2000. Received by the Canada Centre for Remote Sensing. Processed and distributed by RADARSAT International (RSI). LANDSAT 7 data distributed by RSI. Produced and provided by RSI.*

In February 2002 Mr. Phil Gray, former President and General Manager of MDA subsidiary Access BC Information Services, succeeded Mr. Roland Knight as President of RSI. Mr. Knight left the company confident that RSI, under Mr. Gray's new leadership, will continue to respond to the emerging needs of users and ensure RSI's readiness for RADARSAT-2.

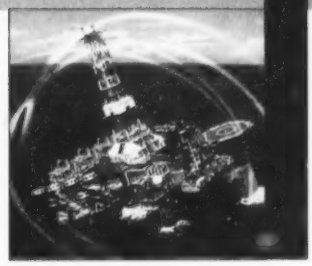
RSI and its global community of RADARSAT-1 distributors, value-added partners, and end users are now found in nearly 60 countries. In 2001, four new distributors in Colombia, Greece, Russia, and Turkey, and one new ground station in Brazil signed agreements with RSI and CSA.

Marine Oil Surveillance and Ice Monitoring

RSI's traditional RADARSAT-1 business areas of marine oil surveillance and ice monitoring also contributed significantly to its success last year. Latin America and Europe together generated almost two million dollars in revenue, which was derived from using RADARSAT-1 in the detection of natural and man-made oil seeps. In March 2002, RSI announced that its client Petrobras of Brazil is nearing full implementation of an extensive environmental program in Latin America for oil spill detection and



Evolving Business Needs



disaster prevention. The program includes a contract with RSI to supply RADARSAT-1 imagery with emergency programming and near-real time processing services.

Clients both in Canada and in Europe continued to rely on RADARSAT-1 in 2001 to monitor ice conditions in northern shipping lanes. Furthermore, RSI is participating in a pilot project that utilizes RADARSAT-1 imagery to monitor river ice in British Columbia to help reduce the risk of ice-jam related flooding and to support effective reservoir operations during the ice season.

New Information Systems and Networks

In another project, supported by the Canadian International Development Agency (CIDA) and partners in Canada and Vietnam, RSI delivered a web-based RADARSAT Flood Information System (RFIS) to provide near-real time information to Vietnam's Disaster Management Center. 2001 was also the first fully operational year for RSI's ICT Dev Group, which is pioneering the development of web-based information networks and building these decision-support tools in support of agriculture, hydrology and environment-related resource management issues.

In February 2002, the ICT Dev Group announced that it was awarded a contract by CIDA for the first phase of the Andaman Environmental Resource Information Network (AERIN) project in southern Thailand. This stage includes a feasibility study that will examine and assess the potential design and implementation of AERIN, as well as technology transfer and training.

New INSAR and DEM Products

Maintaining RADARSAT-1 in a +/- 2 km orbit has enabled RSI to promote new INSAR applications. As well, new business is being realized for RADARSAT-1 derived DEM products. One such opportunity was RSI's delivery of a complete DEM of Colombia to the US National Imagery and Mapping Agency. Another was a product agreement with SYNOPTICS Holding BV of the Netherlands to develop RADARSAT-1 derived DEMs for various parts of the world. In addition, RSI is supplying RADARSAT-1 derived digital elevation data to Jeppesen of Colorado who, in turn, will provide its customers with highly specialized data subsets that will be utilized in terrain avoidance and warning systems and other advanced avionics systems.

Workshops Bolster Data U

As a result of the successful workshop in the city of St. John's, CSA, RSI and the Department of Industry, Trade and Rural Development of the Government of the Province of Newfoundland and Labrador reached an agreement that will provide the Province with access to RADARSAT-1 data and data products. Under the new agreement, Newfoundland and Labrador will become a Program Partner and be eligible to obtain RADARSAT-1 data at the same costs as other federal, provincial and program partners.

This agreement will also enable Newfoundland and Labrador to utilize RADARSAT-1 to help meet the growing demand for space-based imaging in numerous applications, including environmental monitoring for offshore oil and gas operations and fishing, as well as vessel and ice surveillance. Results of previous initiatives, such as iceberg detection in the Grand

This coloured summer mosaic of Canada's Nunavut, Yukon and Northwest Territories consists of 107 ScanSAR Narrow images, which were acquired over three years. *RADARSAT-1 data © Canadian Space Agency 1998-2000. Received by the Canada Centre for Remote Sensing (CCRS). Processed and distributed by RADARSAT International. Produced and provided by CCRS. Inuit photograph © Nick Newbery (www.arctictravel.com).*

Banks and pipeline-related applications through industrial and international contracts, have also accounted for new economic benefit.

Yukon, Nunavut and Northwest Territories

Workshops were also held in the Yukon, Nunavut and Northwest Territories. As a result, a new data agreement has been initiated with the Yukon.

The Nunavut workshop was held in Iqaluit, and introduced the capabilities of RADARSAT-1 and its applications to the territory's government representatives. The Nunavut Territory is approximately 1.9 million square kilometres, or about one fifth of the entire area of Canada. Most of the region is within the downlink receiving mask of either Gatineau, Quebec (Eastern Nunavut) or Prince Albert, Saskatchewan (Western Nunavut).

RADARSAT-1 is ideally suited for use in Canada's North as the vast region lacks well-defined topographic maps and experiences long periods of darkness, which severely limits the use of optical sensors.

During the Nunavut workshop, the following areas of interest were explored:

- Geoscience (mineral exploration, hydrocarbon exploration)
- Ice mapping (sea ice mapping, floe edge activity, search and rescue)
- Hydrology (snow mapping)
- Oceans (coastline mapping)
- Fisheries
- Environmental protection and disaster management
- Wildlife habitat mapping
- Parks and Tourism

To date, RADARSAT-1 has been primarily utilized in Nunavut to track ice and ship movements. However, the recent workshop acted as a catalyst to stimulate ideas for the use of RADARSAT-1 in this territory and highlighted the potential for much wider humanitarian, environmental and commercial applications in Canada's northern communities.

The second year of the Earth Observation Application Development Program (EOADP) saw the completion of two Requests for Proposals (RFPs), which resulted in several new contracts. These included some of the RADARSAT-1 projects highlighted below.

Oil and Gas Exploration and Impact Assessments

Hatfield and the Research Institute of Petroleum Exploration and Development (RIPED) of PetroChina are working together to use RADARSAT-1 and other EO data sets for oil and gas exploration and environmental impact assessments in the Kuche region (Tarim Basin) in China. Particularly noteworthy is that this proposal was developed as a direct result of the February 2001 Team Canada mission to China and the associated space seminar hosted by CSA and CCRS.

Snow-water Equivalent Extraction

Viasat, in partnership with RSI and INRS-Eau, is developing and evaluating a methodology using RADARSAT-1 for the extraction of snow-water equivalent over mountainous terrain. Furthermore, the snow-related information system has the potential of being incorporated into global initiatives to develop hydrological economical models and to encourage limited sustainable use of resources. (See image below.)

Crop Assessment Reporting Service

Digital Environmental Management is working with RSI and the University of Saskatchewan to develop a web-based crop assessment reporting service using RADARSAT-1 data. Its goal is to help process millions of dollars of crop loss insurance claims, and develop maps of crops damaged by wind

This multi-date Fine 2 image of Mt. Sproatt in southern British Columbia was produced as part of a joint project to investigate the use of RADARSAT-1 data in estimating the spatial distribution of snow-water equivalent. The colour composite has been radiometrically corrected to reduce the topographic effect on the radar signal. Project participants were Viasat Geo-Technologies, INRS-Eau, B.C. Hydro, Hydro-Québec, and RADARSAT International. *RADARSAT-1 data © Canadian Space Agency 2001. Received by the Canada Centre for Remote Sensing. Processed and distributed by RADARSAT International. Produced and provided by Viasat Geo-Technologies.*

Meeting Futu

and hail. Insurance representatives in the field will be able to download web-based maps. Called e-CARS (Electronic Crop Assessment Reporting Service), this innovative application marks RADARSAT-1's entry into the handheld computer market.

Pipeline Integrity Monitoring

The global pipeline transmission industry faces constant operational threats from encroachment causing mechanical damage to the pipeline infrastructure. Via+ (Calgary, Alberta), a company spun out from the pipeline industry, and C-CORE (St. John's, Newfoundland), an R&D company with remote sensing expertise, are using EO imagery—including RADARSAT-1 SAR images—to help resolve this major industry problem.

Third-party mechanical damage can be the result of road construction, cable laying, farming, and residential and commercial land development. Using RADARSAT-1 and high-resolution optical data, heavy equipment and their associated signatures, such as wide-area excavations, can be detected. RADARSAT-1 and optical satellite data complement each other: optical data generally offers a higher resolution, while the high reliability, weather independence and near-real-time capabilities of RADARSAT-1 make it the backbone of an operational encroachment monitoring program. The interpretation of RADARSAT-1 data is also improved through the use of optical data, as well as up-to-date GIS data to remove false targets (speckle, permanent structures) from the SAR data.

At present, C-CORE is developing automated encroachment processing software, and is working with European companies and CCRS to improve target detection techniques. Operational pipeline satellite monitoring is now in a pre-commercialization stage, and Via+ is marketing a concept service to the pipeline industry. CSA is supporting this program, initially through ADRO-2, and currently through the EOADP.

Earth Observation Needs

Image description (from left to right)
Linear geological structures, called lineaments (blue lines), represent potential water drilling targets in this Fine 4 Far image of Mali. Superimposed on the lower half is a map showing potential aquifers, which was produced by analyzing the lineaments extracted from the RADARSAT-1 data, combined with hydrogeological information. The areas with high potential for aquifers are shown in red and the areas with low potential are shown in yellow. *RADARSAT-1 data © Canadian Space Agency 1999. Received by the Canada Centre for Remote Sensing. Processed and distributed by RADARSAT International. Produced and provided by Tecsult International Limited.*

A digital terrain elevation model of an area in southern Alberta was produced using repeat-pass interferometry and Fine 1 images acquired on September 18 and October 12, 2000. The north-south trending corrugated effect visible in the top left results from differences in the surface elevation between strips of fields with crops and those that were fallow. *RADARSAT-1 data © Canadian Space Agency 2000. Received by the Canada Centre for Remote Sensing. Processed and distributed by RADARSAT International. Produced and provided by McMaster University.*

RADARSAT-1 may assist health agencies control malaria in tropical areas. These three Standard 7 images represent the classification sequence using a segmentation object-oriented routine. The first (1) is a single-date RADARSAT-1 image; the second (2) shows the segmentation result on the multi-temporal data set, and the third (3) is the object-oriented classification results. Wetland areas (classified in blue) can be seen near Mombasa, an island town located in the bottom part of the image (bright area). Based on the proximity of the wetlands to the populated areas, locations that are at potentially high risk for human malaria may be identified. *RADARSAT-1 data © Canadian Space Agency 1999, 2001. Received by the Canada Centre for Remote Sensing (CCRS). Processed and distributed by RADARSAT International. Produced and provided by CCRS. Sampling mosquito larvae in Kenya photograph © International Water Management Institute. Giraffes photograph provided by The Africa Guide (www.africaguide.com) / Photographer: Tina Sloma. Mother and child photograph © WHO / Pierre Virot. Mosquito photograph © David Arnot (www.euromalvac.org).*

Meeting Future Earth Observation Needs

Groundwater Resource Characterization and Management

Tecsult is evaluating the usefulness of RADARSAT-1 and LANDSAT imagery as an input to mapping activities for groundwater resource characterization and management projects. As water resources become increasingly scarce, it is becoming critical to develop new tools to better define resource availability and improve resource management.

Other 2001 RADARSAT-1 EOADP Projects

Atlantis Scientific

Geomat International

MIR Télédétection

Noetix Research

Paterson, Grant & Watson

Synetix / Université de Montréal

Vantage Point International

ADRO-2 Update

The data acquisition campaign for all 36 projects under the second Application Development and Research Opportunity (ADRO-2) program was completed this past year. More than 430 scenes were shipped to ADRO-2 domestic and international investigators, with one third of these scenes drawn from the RADARSAT-1 archives—a key objective of the ADRO-2 program.

ADRO-2 studies in 2001 focused on the operational use of RADARSAT-1 data, particularly the archive data, as well as the application of the data in disaster relief and recovery. These studies included iceberg detection and discrimination, sea current velocity measurements, monitoring pipeline integrity, development of disaster prevention and response techniques, and volcanological application of radar interferometry.

The United States has recently completed the first year of its ADRO program, and progress reports on most of the 65 U.S.-sponsored projects have been received. Nearly half are devoted to cryospheric applications; the remaining focus on atmosphere, ecology/biology, oceanography, hydrology, and solid earth disciplines. A better than 86 percent data acquisition success rate has been maintained in the US ADRO projects.

DRU Update

Over the past two years, the RADARSAT-1 Data for Research Use (DRU) program has helped make RADARSAT-1 imagery affordable to the international research community. In total, 22 projects have been received and evaluated, and interest in this CSA and RSI led program continues to grow for both scientific and operational applications.

In 2001 10 new project proposals were received from Canadian and international investigators. The proposals cover a wide range of applications, including land use practices, landslide hazard recognition after forest fires, SAR detection of hydrocarbon plumes, development of alert systems for river ice jams, and mapping wind fields along coastal zones. Both archive and new images have been used in the research projects sponsored to date.

Disease Monitoring and Risk Assessment

At CCRS, scientists continue to conduct key RADARSAT-1 research projects in the areas of environmental monitoring, natural hazards, coastal mapping, and chromostereo mapping. One applications research project in particular is taking a multi-disciplinary approach in its investigation of the use of RADARSAT-1 in disease monitoring.

Vector-borne diseases, such as malaria, are widespread in tropical areas, and are becoming a global concern. With its ability to penetrate cloud cover—which is often persistent in tropical regions—and sensitivity to moisture conditions, RADARSAT-1 can be used to map wetland and swampy areas that are conducive to disease vector and parasite breeding grounds. Irrigation patterns, deforestation practices, and the effects of local flooding can also be monitored and related to potential disease vector abundance and proximity to populated areas in order to map the risk of disease infection.

In a research project led by CCRS in collaboration with Tulane University School of Tropical Medicine (U.S.), Kenya Medical Research Institute (Kenya) and the International Centre of Insect Physiology and Ecology (Kenya), multi-temporal RADARSAT-1 imagery is being analyzed over a study site in coastal Kenya. This work includes a segmented object-oriented approach to classification, which is particularly suitable to land cover identification with radar data.

RADARSAT-2: A

This CV-580 C/X-SAR multi-polarization composite of the Minas Basin in Nova Scotia was acquired during low tide conditions. The colourful patterns illustrate the differences in the information content of the three images. The yellow line marks the boundary between the dry land and the tidal plane. Oceans and coastal applications will benefit from the enhanced imaging capabilities of RADARSAT-2. *CV-580 data © Canada Centre for Remote Sensing (CCRS) 1999. Received, processed, produced, and provided by CCRS.*

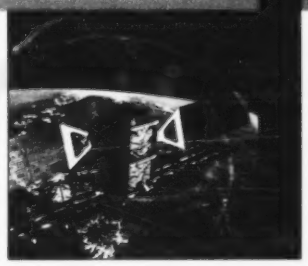
Incorporating state-of-the-art technology, RADARSAT-2 will provide the most advanced commercially available radar imagery in the world, meeting the evolving needs of the global EO market. It will offer all of the imaging modes and products now available on RADARSAT-1, as well as enhanced imaging capabilities such as three-metre resolution, multi-polarization, and dual-side imaging.

Prime contractor MacDonald, Dettwiler and Associates (MDA) reported that development of the RADARSAT-2 satellite has been progressing well. Key project milestones achieved since April 2001 include:

- Completion of the Delta MPDR (Mission Preliminary Design Review)
- Completion of the ground segment PDR (Preliminary Design Review)
- Completion of the advanced CLA (Coupled Load Analysis)
- First beam formed on the engineering model payload column
- Completion of PDRs for all subsystems and Critical Design Reviews (CDRs) for the majority of the subsystems
- Holding of the ESS (Extendible Support Structure) CDR
- Completion of the manufacturing of flight antenna sub-arrays

In addition, MDA announced in January 2002 that the satellite BUS section successfully passed its Critical Design Review. The CDR marks a critical point in the construction of the satellite whereby the design is approved and manufacturing can be completed. Delivery of the main satellite systems to the David Florida Laboratory in Ottawa, for the integration and testing of the spacecraft, is targeted for early 2003.

ancing Earth Observation



Operating in C-band, RADARSAT-2 will ensure the continuity of all existing RADARSAT-1 beam modes, while offering powerful new capabilities ranging from major improvements in spatial resolution to full flexibility in the selection of polarization options. *Artist version of RADARSAT-2 courtesy of MDA.*

CSA continues to help the Canadian EO community understand the concepts, develop the tools and explore the potential of RADARSAT-2 data and data products. To this end, CSA sponsored a CV-580 C/X-SAR airborne mission that will collect polarimetric data. This simulated data will be used in preliminary scientific and research projects undertaken by the public and private sector.

RADARSAT-2/3 Tandem Mission: An Innovative Opportunity

In February 2002, CSA announced the extension of the contract with MDA to extend the mission feasibility study for the proposed RADARSAT-2/3 Topographic Mission. The extension of this leading-edge project, developed jointly by CSA and MDA, demonstrates CSA's commitment to innovative research and development. This topographic mission will not only open a wide range of new applications but also strengthen Canada's leadership and expertise in the growing EO market.

Depending on the results of the feasibility study and following the securing of government approval and funding, plans are to launch RADARSAT-3 a few years after the launch of RADARSAT-2, and fly the two satellites in tandem to gather detailed data on the terrain and elevation characteristics of the Earth's surface. CSA has already funded specific modifications to the RADARSAT-2 spacecraft to support the proposed tandem mission with RADARSAT-3. These include a more robust encryption scheme, an increased onboard storage capability, and modified sensor electronics to permit synchronization of the SAR instrument with the proposed RADARSAT-3 satellite.

This proposed tandem mission represents the most advanced spaceborne land information and mapping mission ever conceived. Data produced by the RADARSAT-2/3 tandem mission is intended to support government and commercial applications that need land information, including natural resource exploration, civil engineering, land use planning, air traffic navigation, flood monitoring, rescue missions, disaster relief, and telecommunications planning.

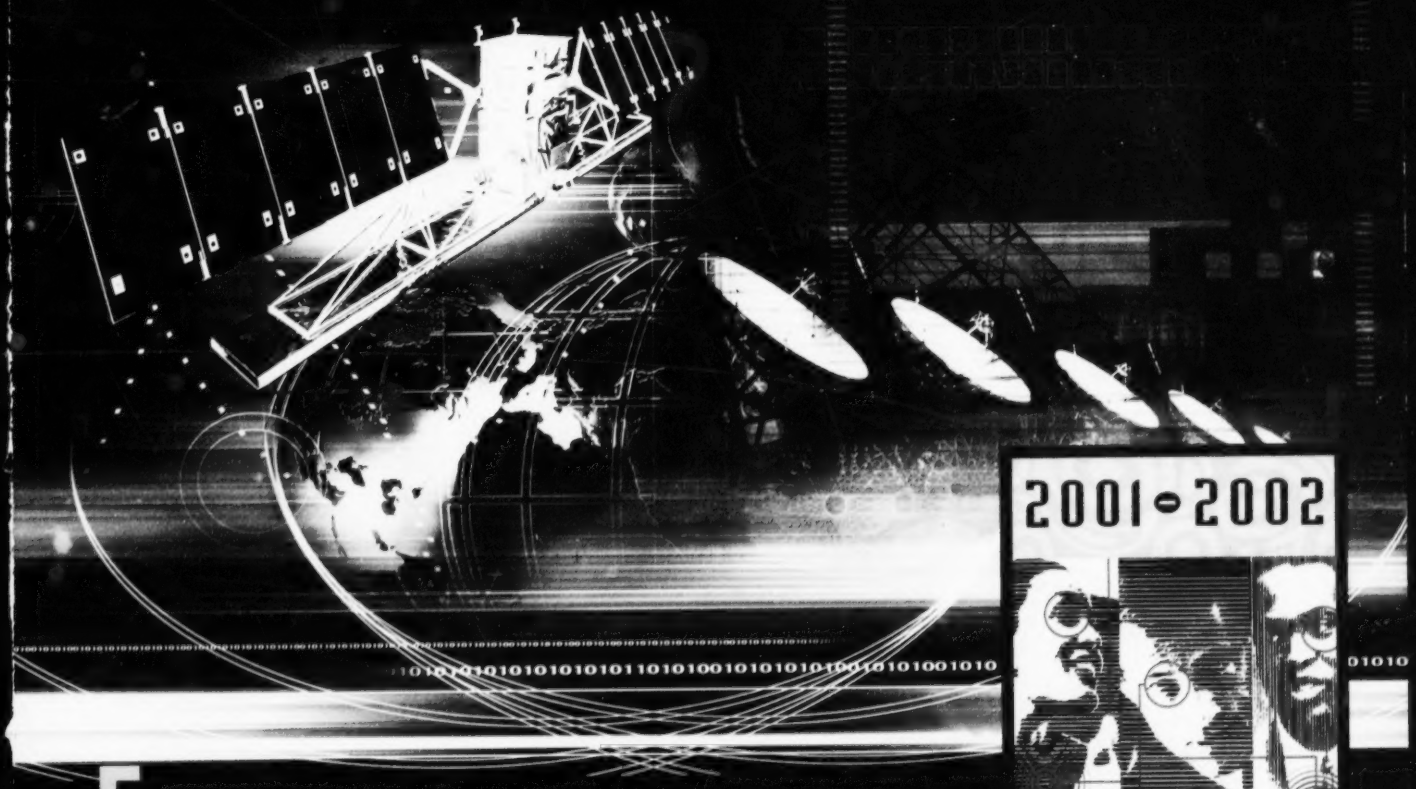
The Canadian Space Agency

The mandate of the Canadian Space Agency (CSA) is to promote the peaceful use and development of space, advance the knowledge of space through science, and ensure that space science and technology provide social and economic benefits for Canadians. As a result, CSA promotes an environment where all levels of organizations will pursue excellence collectively, advocate a client-oriented attitude, support employee-oriented practices and open communications, commit to both empowerment and accountability, and pledge to cooperate and work with partners to our mutual benefit.

Canadian Space Agency
6767 route de l'Aéroport
Saint-Hubert, Quebec
J3Y 8Y9
www.space.gc.ca
Tel: +1.450.926.4351
Fax: +1.450.926.4352

© 2002 Government of Canada.
Catalogue no.: ST95-4/25-2002
ISBN: 0-662-66374-8

RADARSAT



2001-2002

[Revue annuelle]

Canada

RADARSAT-1 est le premier satellite d'observation de la Terre de l'Agence spatiale canadienne. Equipé d'un puissant radar à synthèse d'ouverture (SAR), RADARSAT-1 peut acquérir des images de haute qualité de la Terre dans toutes les conditions météorologiques, de jour comme de nuit et indépendamment du couvert nuageux, de la fumée et du brouillard.

Partenaires du Programme RADARSAT-1

Agence spatiale canadienne (ASC)
Opérations spatiales, Direction de l'exploitation de satellites

Ressources naturelles Canada (RNCan)
Centre canadien de télédétection (CCT)

MacDonald, Dettwiler and Associates (MDA)
RADARSAT International (RSI)

National Aeronautics and Space Administration (NASA)

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

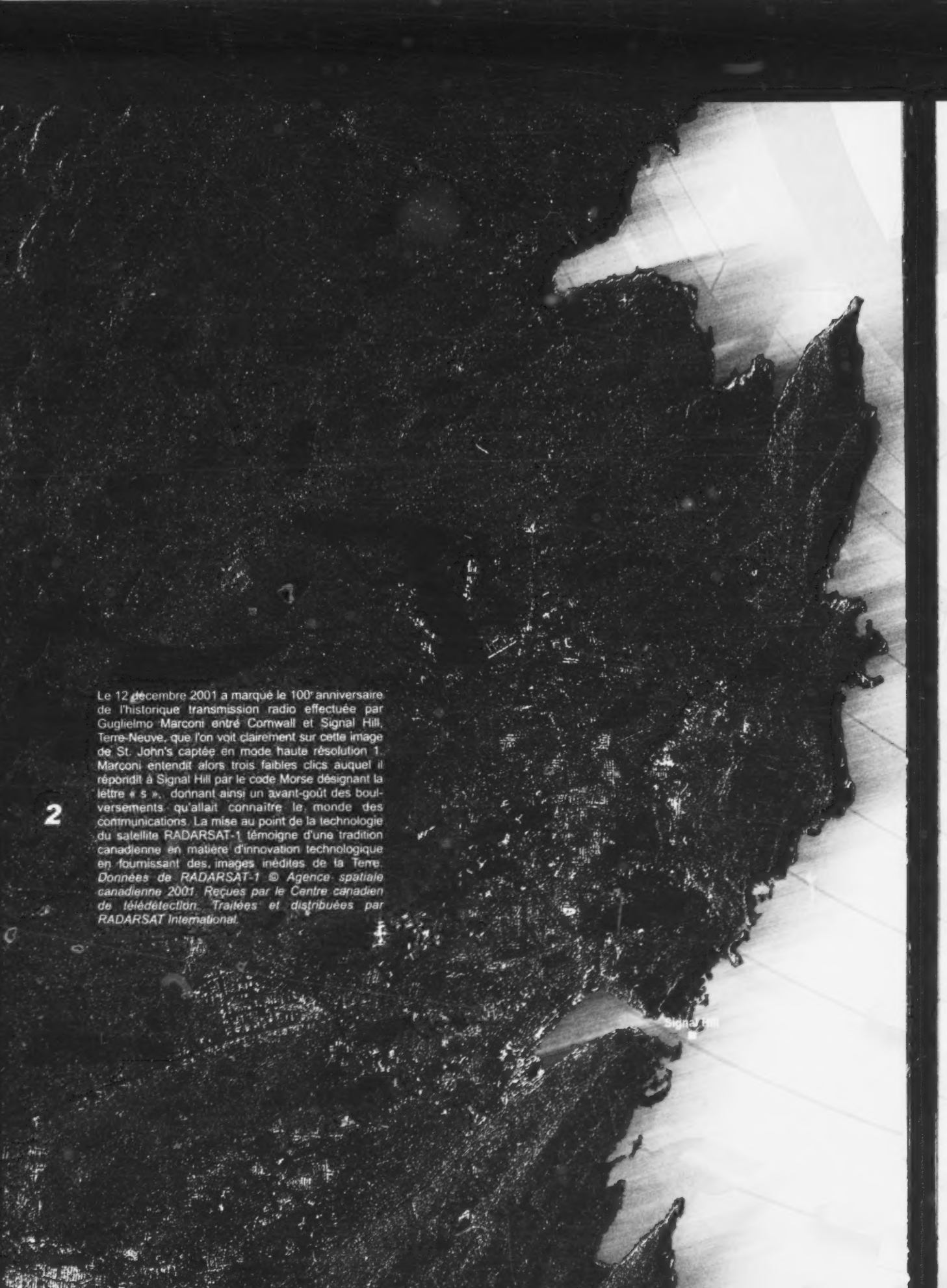
Provinces canadiennes

Industrie canadienne

Stations réceptrices du réseau international

Table des matières

La portée mondiale de l'innovation canadienne 3
RADARSAT-1 : chef de file au sein de la communauté internationale de l'observation de la Terre 5
Prolonger la durée de vie de RADARSAT-1 6
Une présence mondiale 10
Gestion des catastrophes : une ouverture sur le monde 14
L'Antarctique : une nouvelle ère dans l'exploration 16
Source de données de choix 18
Students on Ice 20
Solutions complètes aux besoins commerciaux en constante évolution 22
Ateliers stimulant l'utilisation des données 24
Répondre aux besoins futurs en observation de la Terre 26
RADARSAT-2 : percées en observation de la Terre 30



Le 12 décembre 2001 a marqué le 100e anniversaire de l'historique transmission radio effectuée par Guglielmo Marconi entre Cornwall et Signal Hill, Terre-Neuve, que l'on voit clairement sur cette image de St. John's captée en mode haute résolution 1. Marconi entendit alors trois faibles clics auquel il répondit à Signal Hill par le code Morse désignant la lettre « s », donnant ainsi un avant-goût des bouleversements qu'allait connaître le monde des communications. La mise au point de la technologie du satellite RADARSAT-1 témoigne d'une tradition canadienne en matière d'innovation technologique en fournissant des images inédites de la Terre. *Données de RADARSAT-1 © Agence spatiale canadienne 2001. Reçues par le Centre canadien de télédétection. Traitées et distribuées par RADARSAT International.*

La portée mondiale de l'innovation canadienne

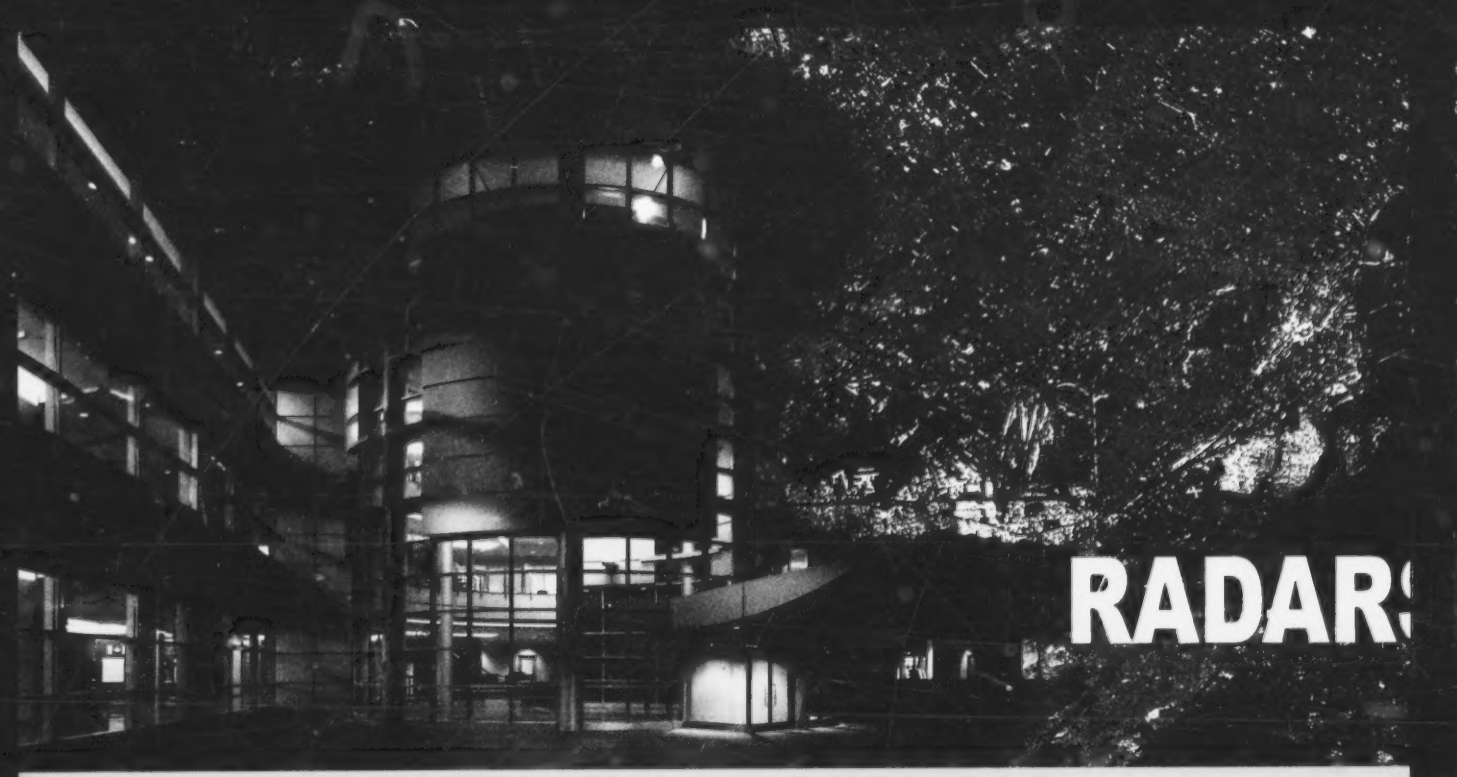
Le 22 novembre 2001, après sept années passées à la barre de l'Agence spatiale canadienne (ASC), M. Mac Evans a pris sa retraite. J'ai maintenant l'honneur et le privilège de poursuivre l'œuvre de cette personne extraordinaire qui a donné 30 ans de sa vie à la conception et à la promotion de plusieurs plans spatiaux qui définissent l'actuel Programme spatial canadien. Nous sommes fiers de l'héritage qu'il nous laisse, et surtout du Programme RADARSAT.

RADARSAT-1, le premier satellite commercial canadien d'observation de la Terre (OT), est l'élément de base du secteur Terre et environnement, qui compte parmi les cinq principaux secteurs de service de l'ASC et qui porte notamment sur les technologies spatiales appliquées à l'étude, à la surveillance et à la protection de la Terre et de son environnement. Au cours des six dernières années, les réalisations technologiques et scientifiques du Canada, ainsi que l'expertise canadienne découlant de RADARSAT-1 se sont avérées tout à fait exceptionnelles. Il suffit de penser au fait que RADARSAT-1 a dépassé sa durée de vie prévue et qu'il continue de fournir sans problème des produits de données SAR à près de 600 clients répartis dans quelque 60 pays. Ses données ont des applications dans divers domaines, allant de la cartographie et de l'agriculture à la surveillance des catastrophes et à l'exploration pétrolière.

Je me suis engagé à poursuivre l'œuvre de l'ASC en matière de développement des technologies spatiales de pointe qui profiteront aux Canadiens. Ayant moi-même pu observer notre belle planète bleue depuis l'espace, je suis conscient de l'importance que revêt l'utilisation de nos ressources spatiales au profit de l'humanité entière. À la lumière de ce qui précède, l'ASC s'est associée à d'autres agences spatiales afin de fournir, dans le cadre de la Charte internationale espace et catastrophes majeures, des données d'observation de la Terre qui contribueront à atténuer l'impact des catastrophes partout dans le monde.

En mettant au point un système innovateur de satellite SAR, le Canada s'est imposé comme chef de file des fournisseurs de technologies spatiales adaptées aux besoins réels des habitants de la Terre. Cette initiative d'avant-garde préparera la communauté internationale à l'avènement de RADARSAT-2, la prochaine génération de satellite d'observation de la Terre issue de la technologie canadienne.

Le président de l'Agence spatiale canadienne,
M. Marc Garneau



Depuis son siège social à Saint-Hubert, au Québec, qui abrite le centre de commande du satellite RADARSAT-1, l'Agence spatiale canadienne fait entrer le Canada dans une nouvelle ère de développement et d'application de la technologie et des ressources canadiennes d'observation de la Terre au profit de l'humanité entière. *Données de RADARSAT-1 © Agence spatiale canadienne 1999. Reçues par le Centre canadien de télédétection. Traitées et distribuées par RADARSAT International.*

La nouvelle haute direction de l'ASC tournée vers le XXI[e] siècle

Entamant sa cinquième décennie d'activités spatiales, le Canada fait preuve d'un leadership à la fois nouveau et habituel. Les récentes nominations à l'Agence spatiale canadienne (ASC) de M. Marc Garneau, à titre de président, et de M. Pierre Richard, en tant que vice-président principal, consolident la tradition établie de leadership, d'excellence et d'innovation qui a fait du Canada un chef de file parmi les nations engagées dans l'exploitation et l'exploration de l'espace. M. Garneau ainsi que M. Richard jouissent d'une vaste expérience et s'appuient sur de brillantes carrières dans le secteur militaire et au sein de la fonction publique du Canada.

M. Garneau, qui a servi dans la marine canadienne pendant 15 ans, est l'un des membres de l'équipe initiale des astronautes canadiens. M. Garneau a été le premier astronaute canadien à voyager dans l'espace. Il a participé à trois missions spatiales, avant de quitter le groupe des astronautes pour se consacrer à ses nouvelles responsabilités à la haute direction de l'ASC. Tout au long de sa carrière, M. Garneau s'est montré engagé à l'égard de l'excellence et entièrement dévoué à la cause du développement et de l'application des connaissances, de l'expertise et de la technologie canadiennes de sorte qu'elles profitent à tous les Canadiens et à l'humanité entière.

M. Pierre Richard
Vice-président principal
Agence spatiale canadienne

M. Richard travaille en étroite collaboration avec M. Garneau en vue de contribuer à l'orientation future de l'ASC et à la solidité du leadership de l'organisme. Avant d'être nommé vice-président principal de l'ASC, M. Richard dirigeait les initiatives de positionnement et de communication stratégique de Ressources naturelles Canada. Il a également occupé des postes à la haute direction d'autres ministères du gouvernement fédéral, notamment Santé Canada, le ministère de la Défense nationale et le Bureau du Conseil privé. Il a également servi durant 13 ans au sein des Forces canadiennes dans le cadre d'affectations à l'étranger et au Canada.

Actuellement dans sa septième année d'exploitation, et dans sa deuxième année au-delà de sa durée de vie prévue de cinq ans, le satellite canadien RADARSAT-1 continue de fonctionner normalement et de livrer des produits de données SAR uniques et de haute qualité à des clients ayant des besoins commerciaux, opérationnels et scientifiques partout dans le monde. Cette remarquable fiabilité s'est avérée de plus en plus importante en 2001, puisque l'ASC s'est engagée à continuer d'exploiter RADARSAT-1 au moins jusqu'à ce que RADARSAT-2 soit lancé et mis en service.

Par conséquent, l'ASC a déployé des efforts soutenus durant l'exercice 2001-2002 dans le but de préserver le satellite RADARSAT-1. « Je suis convaincu que, grâce à ses compétences et à ses nombreuses années d'expérience dans l'exploitation de ce puissant système SAR, notre équipe est la plus apte au monde à relever le défi que pose la prolongation de l'exploitation de RADARSAT-1 jusqu'à la mise en service de RADARSAT-2 », déclare M. Rolf Mamen.

« De plus, je suis fier d'annoncer que le Programme RADARSAT-1 a non seulement atteint tous les objectifs établis en 1995, mais qu'il les a également surpassés, a-t-il ajouté. Le programme a sans conteste réussi de façon inédite à établir divers segments commerciaux. De ces segments ont découlé des avantages économiques pour les secteurs public et privé, la promotion à l'échelle internationale de l'utilisation des données de RADARSAT-1 et d'importantes recettes pour l'ASC. Le programme continue en outre de favoriser le développement d'applications scientifiques pour les données SAR et de susciter l'intérêt sur le plan national. Il appuie également le leadership industriel canadien, la gestion de l'environnement et des ressources de notre planète ainsi que le développement d'une industrie de la télédétection viable sur le plan commercial. »

Les extraordinaires images de RADARSAT-1 acquises au-dessus des glaces de l'Antarctique continuent de fasciner le public, et cette année est également marquée par de grandes réalisations. En février 2002, la National Geographic Society a publié un supplément portant sur une remarquable carte thématique de l'Antarctique réalisée à partir de l'imagerie RADARSAT-1 acquise lors des missions historiques de 1997 et de 2000 au-dessus de cette région du monde. Une portion de cette carte est reproduite dans le présent rapport.

Misant davantage sur la télévision que sur les médias imprimés, l'ASC a entamé en 2001 des négociations visant une entente de licence avec le réseau québécois Télévision Quatre Saisons (TQS). Dans le cadre de cette entente, TQS peut présenter une partie de la mosaïque du Canada, réalisée grâce à RADARSAT-1, lors des bulletins de météo pour le Québec, le Nouveau-Brunswick, Terre-Neuve-et-Labrador, la Nouvelle-Écosse et l'Île-du-Prince-Édouard. Une visibilité sans précédent pour l'ASC résultera de cette entente unique.

Au cours de la dernière année, la province de Terre-Neuve-et-Labrador est devenue un partenaire stratégique du Programme RADARSAT-1 en signant avec l'ASC une nouvelle entente sur les données, laquelle vient compléter la série de protocoles d'ententes conclus avec les provinces canadiennes. Des démarches ont également été entreprises à l'égard d'une entente semblable avec le gouvernement du Yukon. De plus, l'Offre à commandes principale et nationale (OCPN) a fait l'objet de nouvelles négociations pour permettre aux utilisateurs des ministères et organismes publics canadiens de se procurer auprès de RSI les données de RADARSAT-1 à prix réduit.

Lors du dernier exercice, la NASA et la NOAA ont prolongé leur entente avec l'ASC visant l'utilisation des données de RADARSAT-1, notamment par le US National Ice Center, qui travaille en étroite collaboration avec le Service canadien des glaces. Parmi les autres réalisations dignes de mention en ce qui concerne RADARSAT-1, on compte l'achèvement de la couverture stéréoscopique des continents, faisant ainsi des archives de RADARSAT-1 la plus importante base de données au monde pour les applications radargrammétriques.

Le rôle de RADARSAT-1 continue d'évoluer et nous permet de saisir les possibilités émergentes en observation de la Terre. « Cela signifie que les produits de données de RADARSAT-1 s'imposent de plus en plus comme éléments valables de solutions d'information complètes et comme compléments à d'autres sources de données, affirme M. Surendra Parashar. Le Canada poursuit ses efforts en vue de tisser des liens solides avec d'autres fournisseurs de données d'observation de la Terre par le biais d'initiatives telles que la Charte internationale espace et catastrophes majeures. Nous sommes prêts à profiter de ce rôle élargi et plus international, et nous entendons tirer le maximum de la vaste expérience acquise grâce à RADARSAT-1 pour appuyer d'autres missions de satellites comme SCISAT, ENVISAT et, plus tard, RADARSAT-2. »

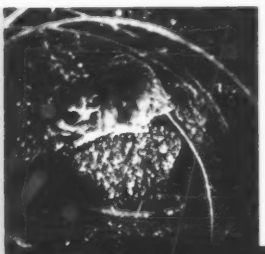
À la fin de 2001, soit plus de six ans après le lancement de RADARSAT-1 le 4 novembre 1995, le satellite SAR canadien continue d'acquérir des données de haute qualité. Au cours de cette période d'exploitation prolongée, le groupe Planification des opérations de la Direction de l'exploitation de satellites continue de répondre aux demandes d'images formulées par des clients ayant des besoins commerciaux, scientifiques et opérationnels de partout au monde avec un taux de succès de 96 p. 100.

L'une des principales réalisations de ce groupe a été de prendre la responsabilité du Bureau de commande du gouvernement canadien (BCGC) le 25 juin 2001. Le BCGC, situé à Saint-Hubert, au Québec, gère la planification, l'acquisition et le soutien à la production pour toutes les demandes d'images de RADARSAT-1 présentées par l'ensemble des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux du Canada. Auparavant, ces services étaient assurés par le CCT (Centre canadien de télédétection) à Ottawa.

En accédant à un site ftp de l'ASC, les utilisateurs du gouvernement du Canada peuvent désormais commander plus efficacement des images de RADARSAT-1, choisir plus facilement les produits de données et obtenir plus aisément de l'information sur le système RADARSAT-1. Grâce à cette formule axée sur la clientèle, le BCGC a été en mesure de traiter un impressionnant total de 426 demandes d'images au cours des six derniers mois.

Amélioration du traitement d'images

Le Centre canadien de traitement des données (CCTD) a été très productif au cours de l'année qui vient de s'écouler. Le point marquant a été l'achèvement du projet de mise à niveau des équipements. Parmi les jalons franchis en 2001, on compte l'intégration d'un modèle physique d'estimation du centroïde Doppler et d'un algorithme de correction automatique de gain. Ces améliorations visent à augmenter la qualité et à réduire les variations de nature radiométrique tant des images obtenues en faisceau unique que des images ScanSAR.



Le rat-kangourou fait partie des 22 espèces de rongeurs pour lesquelles les scientifiques du site du refuge faunique national de Sevilleta et de recherche écologique tiennent à jour des données à long terme. Les résultats de leurs recherches servent à établir des stratégies d'échantillonnage des rongeurs/virus ainsi que des plans de prévention des maladies humaines aux États-Unis. *Photographie © Karen Kirtland, Natural Resources Assessment Inc.*

Prolonger la durée de vie

Comme autre fait marquant, mentionnons la livraison et l'acceptation par RSI d'un nouveau système d'archivage direct (DAS) produit par MDA et d'un système de génération de produits (PGS) qui assurent l'exploitation du module de traitement SAR de RADARSAT-1. Utilisés en combinaison, les systèmes DAS et PGS serviront de relève au CCTD une fois qu'ils auront été complètement intégrés au secteur terrestre de RADARSAT-1.

Maintien de la qualité des images

Comme par les années passées, le programme de maintien de la qualité des images de RADARSAT-1 est demeuré pleinement opérationnel tout au long de 2001. Le suivi de l'étalonnage radiométrique de chaque faisceau a été effectué de façon régulière et les paramètres de traitement ont été modifiés. On s'est également concentré sur l'amélioration des méthodes et des outils existants. De plus, un nouvel outil a été mis au point pour étudier plus à fond les erreurs de localisation des images prises au-dessus des transpondeurs de précision de RADARSAT-1.

Application de recherche d'archives de RADARSAT-1

Vantage Point International (VPI) met actuellement au point une application de recherche d'archives de RADARSAT-1 destinée au site Web de l'ASC. L'application, qui sera accessible par Internet à compter d'avril 2002, permettra aux visiteurs du site de consulter une base de données comprenant toutes les acquisitions effectuées par RADARSAT-1 depuis son lancement en 1995. Les images trouvées seront présentées par fauchées sur une carte Web. Ainsi les demandeurs pourront voir si leur zone d'intérêt est couverte ou non.

Grâce à cette nouvelle application de recherche d'archives, les personnes intéressées à obtenir une image archivée pourront indiquer l'image souhaitée directement au personnel du Bureau de commande plutôt que d'avoir à demander d'abord si elle est archivée. Comme la base de données en ligne sera mise à jour quotidiennement, l'application de recherche sera un atout considérable pour les utilisateurs de données de RADARSAT-1 dans le monde entier.

La détection des changements en imagerie SAR est souvent affectée par le chatoiement. Le problème peut cependant être atténué sans perte de résolution spatiale grâce à l'utilisation d'images multiples. Une série de six images en mode standard 1 ont été acquises au-dessus du Nouveau-Mexique (États-Unis) entre les mois de juin et de novembre 1999. On aperçoit dans le haut de l'image le site du refuge faunique national de Sevilleta et de recherche écologique à long terme. Le Rio de la Grande se trouve sur la gauche. Les images superposées ont fait l'objet d'une analyse en composantes principales (PC). L'image de la première composante (PC1) comporte des caractéristiques à intensité de rayonnement persistant du paysage avec très peu de perte attribuable au chatoiement. La PC1 (en vert) sert de base à l'identification de changements importants dans la rétrodiffusion. Les cours d'eau saisonniers et les réseaux hydrographiques, lesquels apparaissent après la pluie, sont présentés en rouge et en bleu. *Données de RADARSAT-1 © Agence spatiale canadienne 1999. Reçues et traitées par l'Alaska SAR Facility (ASF). Distribuées par l'ASF et RADARSAT International. Produites et fournies par CALMIT, University of Nebraska-Lincoln.*

Prolonger la durée de vie de RADARSAT-1

Depuis que le satellite RADARSAT-1 a dépassé, en novembre 2001, sa durée de vie prévue, le groupe Exploitation des systèmes de la Direction de l'exploitation de satellites a déployé de nombreux efforts à la détermination des causes de pannes et à la protection contre celles-ci ou contre leurs répercussions éventuelles. Les efforts ont porté fruit et tous les systèmes équipant ce puissant satellite SAR continuent de fonctionner efficacement. Le maintien du service à la clientèle jusqu'au lancement de RADARSAT-2, se poursuivant par l'exploitation continue de RADARSAT-1, demeure une priorité pour l'ASC.

Il ressort d'analyses exhaustives réalisées en 2001 que le panneau solaire de RADARSAT-1 continuera de fournir l'énergie nécessaire à l'exploitation normale du satellite pendant encore de nombreuses années. Le satellite consomme beaucoup moins de carburant que prévu, en partie du fait qu'il ne sera pas nécessaire de procéder à la manœuvre de correction d'inclinaison prévue initialement. Le satellite continue d'utiliser à un rythme normal le petit matériel électrique embarqué, comme les commutateurs. La plupart des éléments redondants n'ayant pas encore été utilisés constituent une réserve de ressources qui pourront servir advenant la défaillance des éléments primaires.

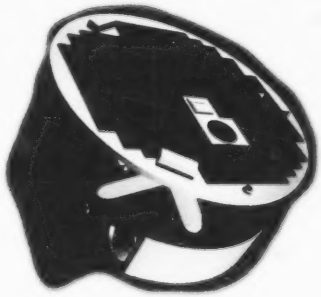
La commande de vitesse du seul capteur d'horizon qui demeure fonctionnel continue de poser un problème. Cependant, les ingénieurs du groupe Exploitation des systèmes ont réussi à atténuer les erreurs d'attitude repérées dans les modes de commande de relève à des niveaux acceptables, tant pour la sécurité du satellite que pour l'acquisition d'images SAR. Une panne éventuelle du capteur d'horizon ne devrait pas avoir de conséquences pour les utilisateurs. En outre, des études et des essais ont démontré qu'en cas de panne de l'émetteur en bande S, le satellite pourrait continuer d'être exploité presque normalement à l'aide de l'autre émetteur.

Enfin, la pluie de météorites des Léonides survenue en novembre 2001 n'a eu aucune répercussion décelable sur le satellite. Grâce aux réalisations de la dernière année et aux autres réussites concernant les systèmes, l'équipe chargée de l'exploitation des systèmes est convaincue d'avoir pris toutes les mesures possibles pour maximiser la durée de vie du satellite.

Demandes d'acquisition en 2001	**22 215**
Minutes de données estimées en 2001	**45 612**
Nombre d'orbites en 2001	**5 217**
Nbre approx. de demandes d'imagerie sur enregistreur embarqué en 2001	**5 553**
Performance moyenne du sytème	**96%**
Nombre de lectures par jour	**4.8**
Nbre total approx. de demandes	**119 344**
Minutes de données totales estimées	**258 144**
Nombre total d'orbites	**33 431**
Nbre total approx. de demandes d'imagerie sur enregistreur embarqué	**61 751**
Nbre de demandes urgentes dans le cadre de la Charte internationale espace et catastrophes majeures en 2001 (21 scènes obtenues)	**5**
Autres demandes urgentes à la suite de catastrophes en 2001 (8 scènes obtenues)	**5**

es biologistes du Service canadien de la faune (SCF) d'Environnement Canada se ervent des données de RADARSAT-1 pour étudier l'état des glaces entourant rchipel des îles Belcher dans la portion sud-est de la baie d'Hudson, au Canada. s évaluent la rapidité avec laquelle les changements s'opèrent dans les glaces (les ents poussent la glace à la dérive vers les côtes ou au large) et ils analysent les epercussions de ces changements sur la répartition et l'abondance des oiseaux de er qui peuplent cet important habitat marin. *Données de RADARSAT-1 © Agence patiale canadienne 1999. Reçues par le Centre canadien de télédétection. Traitées t distribuées par RADARSAT International. Photographies gracieuseté d'Environement Canada. Photos d'oiseaux de mer et de scientifiques. Gracieuseté du Service anadien de la faune d'Environnement Canada.*

ENVISAT, le satellite d'OT le plus perfectionné de l'ESA, a été lancé avec succès le 28 février 2002. Successeur des satellites ERS-1 et ERS-2, ENVISAT fournira des données radar qui, jumelées à celles de RADARSAT-1 et bientôt à celles de RADARSAT-2, profiteront à la communauté commerciale et scientifique du Canada. *Vue d'artiste d'ENVISAT, gracieuseté de l'ESA.*



Vue d'artiste de SCISAT.

Rafael Fernandez-Sein
Université de Porto Rico
(UPRM), É.-U.

Miguel Dragomir Zanic Cuellar
Instituto Nacional de
Pesquisas Espaciais (INPE),
Brésil

Andrew Ha
Korea Earth Observation
Centre (KEOC), Corée du Sud

Tony Bauna
Tromsø Satellite
Station (TSS), Norvège

Ian Pilling
QinetiQ, Royaume-Uni

Chuan-rong Li
China Remote
Sensing Satellite
Ground Station (RSGS),
République populaire de Chine

On aperçoit ici quelques-uns des représentants venus du monde entier pour assister à la Réunion des stations de réception du réseau RADARSAT-1 2001, qui s'est tenue au siège social de l'ASC, à Saint-Hubert, Québec, Canada.

En 2001, les stations de réception de la Thaïlande et du Brésil ont obtenu l'homologation à l'égard des produits. La capacité de couverture planétaire du Programme RADARSAT-1 s'en trouve donc élargie. Le nombre total de stations de RADARSAT-1 s'élève maintenant à 18. Cette année a également été marquée par la signature d'une deuxième entente avec une station d'Amérique du Sud, et les procédures d'homologation de la station en Argentine sont présentement en cours.

Possibilités de nouvelles applications aux stations de réception

La Direction de l'exploitation de satellites de l'ASC et RSI ont organisé la première réunion des stations du réseau RADARSAT au siège social de l'ASC à Saint-Hubert, au Québec. Des représentants de la majorité des 18 stations de réception du réseau, qui assurent ensemble la couverture en temps réel des trois quarts de la masse continentale mondiale, se sont rencontrés pendant la réunion de trois jours tenue en octobre 2001. Les représentants de stations situées dans diverses zones géographiques, dont la Corée du Sud, la Norvège, le Brésil et le Royaume-Uni, ont pu entendre des exposés particulièrement adaptés aux besoins de ces régions.

Au début de 2002, l'ASC a achevé avec succès la couverture complète de la masse continentale à l'aide de paires stéréoscopiques captées par RADARSAT-1. Sur cette carte, la zone en jaune clair représente la couverture par paires avec faisceaux standard 7 et standard 2 / standard 4 et la zone en jaune foncé correspond à la couverture par paires avec faisceau standard 7 et faisceau large 2.

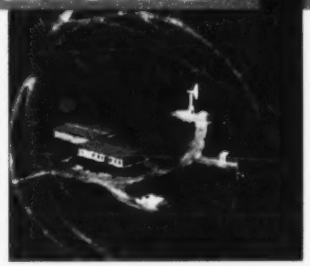
Couverture par paires avec faisceaux standard 7 et standard 2 / standard 4

Couverture par paires avec faisceau standard 7 et faisceau large 2

Régions non couvertes

Une présence mondiale

Station de réception au sol de RADARSAT-1 à Gatineau, Québec, Canada.



Lors de ce forum d'échange, les discussions ont surtout porté sur s applications de RADARSAT-1 et les marchés que pourraient appuyer s stations de réception opérationnelles. On a, par exemple, exploré les pplications liées à l'assurance-récolte, à l'extraction des champs de vent nsi qu'à la surveillance des glaces et de l'empiètement des pipelines. 'autres applications éventuelles ont été abordées, notamment l'intégration e données de RADARSAT-1 aux projets d'information sur les inonda- ons de même que diverses applications océanographiques. De plus, on mis l'accent sur la fusion des technologies existantes et des applications e RADARSAT-1, telle que démontrée par le système Over the Horizon adar (OTHR) mis au point par Raytheon Canada et dont les données nt été fusionnées à celles de RADARSAT-1 aux fins de la surveillance es navires.

Couverture stéréoscopique mondiale grâce à la Mission planétaire

Au début de 2002, on a achevé avec succès la couverture stéréoscopique RADARSAT-1 de l'ensemble de la masse continentale. Ainsi, les archives de RADARSAT-1 constituent aujourd'hui la plus importante base de données au monde pour les applications radargrammétriques. Les données stéréoscopiques acquises au cours des six dernières années ont surtout été appliquées à la cartographie, y compris à la visualisation 3D, à l'établissement de modèles altimétriques numériques et à la rectification d'images.

La couverture stéréoscopique mondiale a été assurée à l'aide du mode standard faisceau 7 jumelé à un autre mode. Cet autre mode offrait une résolution semblable ainsi que différents angles d'incidence, notamment le mode standard faisceaux 2 et 4 et le mode large faisceau 2, selon la géométrie du terrain et l'emplacement de la région observée. Dans la mesure du possible, la cohérence saisonnière a été maintenue de manière à assurer la qualité radiométrique des paires stéréoscopiques.

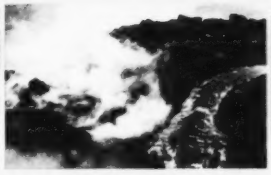
Les agences spatiales coopèrent afin de soutenir les causes humanitaires dans le monde entier

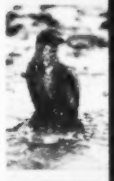
Des catastrophes survenues sur quatre continents ont incité les intervenants à invoquer, à huit reprises en 2001, la Charte internationale espace et catastrophes majeures. On compte parmi ces catastrophes les secousses sismiques secondaires et les glissements de terrain connexes au Salvador, les débordements de la Saône en France, les déversements d'hydrocarbures au large des côtes du Liban et du Danemark, les débordements de la Lena en Sibérie et l'inondation de l'île Nias en Indonésie, l'éruption volcanique de l'Etna en Italie et les débordements de la Moselle et de la Meuse en France et en Allemagne. Pour toutes ces catastrophes, les agences signataires de la Charte (ESA, CNES et ASC) ont livré des données de leurs satellites et des produits de données pour répondre aux besoins. Ces agences ont ainsi démontré leur capacité opérationnelle à relever le défi que représentent les actions concertées en vue de l'acquisition, du traitement et de la livraison au moment opportun d'informations essentielles.

En 2001, deux nouveaux membres ont adhéré à la Charte internationale, à savoir la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) aux États-Unis et la Indian Space Research Organization (ISRO). Leurs ressources spatiales et terrestres viendront consolider l'efficacité et les possibilités de couverture qu'offre la Charte en matière d'intervention en cas de catastrophe.

Ateliers d'évaluation de la Charte

Au cours de la dernière année, on a tenu deux ateliers d'évaluation de la Charte. Lors de l'atelier d'octobre 2001, on a examiné, de concert avec les gestionnaires de projet, les procédures d'exploitation et d'activation ainsi que les rapports avec les entreprises à valeur ajoutée. Lors de l'atelier de janvier 2002 tenu à Paris, les participants ont examiné les résultats obtenus dans le cadre de la Charte au cours des 14 derniers mois. Pendant cet atelier, il a également été question des capacités des nouveaux systèmes de satellite d'observation de la Terre, notamment SPOT-5, ENVISAT, RADARSAT-2, Cosmo-Skymed/Pleiades, ainsi que des services de télécommunications spatiales, comme les projets pilotes REMSAT et des nouveaux services Stentor (NSS) du CNES, visant tous deux la surveillance des incendies ainsi que l'utilisation étendue du système Argos et sa contribution éventuelle à la gestion des catastrophes.



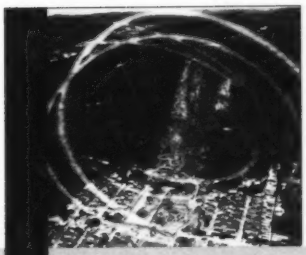


Informations essentielles présentées dans le site Web de la Charte

Les signataires de la Charte ont en outre lancé, lors de l'atelier de janvier 2002, un site Web des plus innovateurs (www.disasterscharter.org). Tous les membres de la Charte internationale ont pris part à la création de ce site qui est hébergé par la Direction de l'exploitation de satellites. Le site présente des informations sur les membres, les activations effectuées à ce jour dans le cadre de la Charte, les diverses étapes d'activation et autres. « Ce site Web constitue une importante avancée dans la fourniture d'informations aux responsables d'opérations de sauvetage et aux autorités civiles de défense pour aider les équipes au sol lorsque le temps presse », a déclaré Jean-Luc Bessis au nom du Secrétariat exécutif de la Charte internationale.

Pour sa part, Surendra Parashar, directeur de l'Exploitation de satellites a ajouté : « En tant que responsables de l'hébergement du site, nous sommes fiers de contribuer à cet effort collectif et international. Grâce à lui, les planificateurs des opérations de satellites œuvrant au sein des agences spatiales membres pourront accélérer l'attribution immédiate des tâches liées aux ressources spatiales, incluant SPOT, ERS, RADARSAT-1 ainsi que les satellites indiens et américains qui seront bientôt lancés en orbite et qui capteront de nouvelles images au profit de l'humanité. »

CSA ASC
esa
cnes
ISRO
NOAA



Le tremblement de terre qui a frappé le sud du Salvador le 13 janvier 2001 n'a duré que 43 secondes, mais il a fait plus de 1 000 victimes et causé de multiples glissements de terrain. Le plus important de ces glissements s'est produit à Santa Tecla, une banlieue au sud de la capitale San Salvador. Quelque 585 personnes sont mortes et des centaines de maisons ont été ensevelies ou endommagées. *Photo gracieuseté du CCT.*

Gestion des catastrophes

Equipe d'intervention en gestion des catastrophes

Le rôle central que joue le Canada à titre de coordonnateur (de concert avec la Chine et la France) est assumé par la Direction de l'exploitation de satellites de l'ASC. L'équipe d'intervention a tenu sa première réunion en octobre 2001 à l'occasion du 52e congrès de la Fédération internationale d'astronautique qui s'est déroulé à Toulouse, en France. L'équipe se penchera sur les technologies et les mécanismes existants, définira les besoins, élaborera des solutions et formulera des recommandations qui mèneront à la mise en œuvre d'un système intégré de gestion globale des catastrophes et à l'utilisation de ce système par les divers pays membres.

Surveillance des catastrophes 2001

Depuis avril 2001, plus de 367 images couvrant des catastrophes ont été acquises dans le cadre de ce programme conjoint ASC/RSI. Cela représente une augmentation substantielle par rapport aux 200 images acquises l'an dernier. De plus, la base de données créée pour ce programme est mise à jour quotidiennement à l'aide du rapport de surveillance des catastrophes qui est maintenant distribué à 178 organismes et particuliers

ne ouverture sur le monde

Le 22 mai 2001, les intervenants ont invoqué la Charte internationale espace et catastrophes majeures à la suite des débordements printaniers de la rivière Lena en Sibérie. La ville de Yakutsk et ses 200 000 habitants ont été aux prises avec la majeure partie de l'inondation dévastatrice. Cette image multi-satellites est composée de données captées par RADARSAT-1, LANDSAT et SPOT. Les zones urbaines sont en blanc, les masses d'eau en bleu, les forêts en vert et les zones agricoles en brun. *Données de RADARSAT-1 © Agence spatiale canadienne 2001. Reçues par le Centre canadien de télédétection. Traitées et distribuées par RADARSAT International. Données de LANDSAT © EDC 2000. Données de SPOT © CNES et Spotimage 2001. Produites et fournies par GAF.*

partout dans le monde. Les images acquises cette année couvrent notamment la mer Baltique, l'Italie, l'Indonésie et le Liban. Les scènes acquises au-dessus de New York et de Washington D.C. lors des terribles attentats terroristes du 11 septembre 2001 revêtent une importance particulière.

Surveillance des ouragans 2001

Cette année encore, l'ASC, le CCT et l'Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory de la NOAA ont collaboré au programme Surveillance des ouragans. La couverture de 2001 a été étendue de manière à inclure la région de transition extratropicale des tempêtes dans le bassin de l'Atlantique (au-dessus du 40e degré Nord) ainsi que l'est du bassin pacifique tropical. Le rôle davantage proactif assumé par l'ASC en 2001 a donné lieu à six fois plus d'images planifiées et à dix fois plus d'images de l'œil des ouragans. De plus, l'ASC a lancé un nouveau site Web à accès restreint qui fournit aux organismes partenaires des représentations graphiques des acquisitions prévues au moment opportun. Une fois les ouragans dissipés, l'état et les résultats de l'acquisition finale, y compris des imagettes produites par le CCT, étaient présentées sur le site.

En 2001, on a acquis, dans le cadre de ce programme, des images de l'œil des ouragans Chantal, Erin, Felix et Humberto dans le bassin de l'Atlantique et des ouragans Dalila, Flossie, Gil et Juliette dans le bassin du Pacifique. On a ainsi augmenté le nombre d'observations de ce type effectuées au cours des trois dernières saisons des ouragans. Cette année encore, on a produit un plus grand nombre d'images montrant des phénomènes de flux atmosphériques secondaires bien organisés qui peuvent aider les scientifiques à mieux comprendre la dynamique des ouragans et les changements d'intensité qui les caractérisent.

L'ANTARCTIQUE :
UNE NOUVELLE ÈRE DANS L'EXPLORATION

Cette perspective en transparence de l'Antarctique produite par le National Geographic Maps a été publiée en supplément dans le numéro de février 2002 de la revue *National Geographic*. Le consortium **BEDMAP**, un organisme regroupant des scientifiques de 12 pays différents, a fourni les données ayant servi à établir le modèle de terrain superposé à l'imagerie satellite des détails de surface captés par RADARSAT-1. Au cours de ses deux missions de cartographie de l'Antarctique, RADARSAT-1 a révélé de nouveaux détails du continent austral. L'extraordinaire mosaïque numérique créée en 1999, après deux années consacrées à la compilation des 4 500 scènes observées lors de la première mission de RADARSAT-1 en 1997, contribue encore aujourd'hui aux travaux des chercheurs visant à comprendre le rôle que joue l'Antarctique dans le changement climatique mondial.

ANTARCTIC PENINSULA

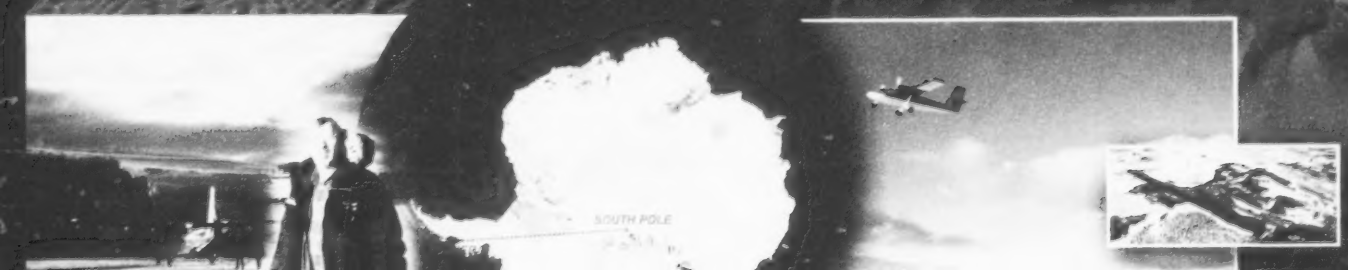
RONNE ICE SHELF

TRANSA

WEST ANTARCTICA

ROSS

© 2002 National Geographic Society. Image du glacier Byrd gracieuseté du NASA/Goddard Space Flight Center - Scientific Visualization Studio et du United States Geological Survey. Ensemble de données BEDMAP gracieuseté de David Vaughan et de BEDMAP Consortium. Données de RADARSAT-1 © Agence spatiale canadienne 1997. Reçues par l'Alaska SAR Facility (ASF), le Centre canadien de télédétection et la station McMurdo. Traitées par l'ASF et RADARSAT International. Distribuées par RSI et l'ASF. Photos © Natural Environment Research Council - British Antarctic Survey.



Le 24 avril 2001, Kenn Borek Air Ltd., une importante compagnie d'aviation spécialisée dans les vols polaires basée à Calgary en Alberta, a évacué le Dr Ronald Shemenski de la station Amundsen-Scott au pôle Sud où il a subi une violente inflammation du pancréas. Quatre pilotes ont quitté le Canada à bord de deux bimoteurs canadiens *Twin Otter* pour se rendre à Punta Arenas, au Chili. Ils ont bravé des températures de -60 °C, des vents intenses et l'obscurité polaire avant d'atterrir à la base aérienne de Rothera sur l'île Adélaïde (où se trouvait un avion de relève). Les pilotes ont ensuite volé pendant dix heures jusqu'à la station polaire

RADARSAT-1 continue d'être la source de données que privilégie le Service canadien des glaces (SCG) dans le cadre de ses opérations. Plus de 3 800 scènes ont été reçues en 2001, ce qui fait passer à près de 21 000 le nombre total de scènes acquises depuis le début de l'année 1996.

Au cours de la dernière année, le SCG et l'ASC ont conclu une nouvelle entente de services avec RSI visant à continuer d'assurer le traitement des données et la diffusion de données-images pour les clients du gouvernement canadien jusqu'à la fin de la durée de vie de RADARSAT-1. Bien que RADARSAT-1 ait actuellement dépassé sa durée de vie théorique initiale, le SCG est satisfait de la fiabilité de ses opérations et de la disponibilité des données et entend continuer d'avoir recours à ses services jusqu'à ce que RADARSAT-2 soit lancé et devienne opérationnel.

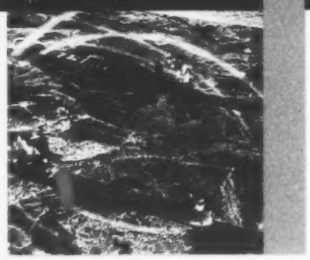
Les données ScanSAR commandées aux fins des opérations de surveillance des glaces du SCG montrent souvent des images saisissantes des conditions atmosphériques qui se reflètent à la surface des océans dans des régions sans glace. Depuis plusieurs années, on envisage avec un intérêt de plus en plus marqué d'utiliser les données de RADARSAT-1 pour en extraire des renseignements météorologiques maritimes. C'est dans cette optique que le SCG, avec l'appui de l'ASC, a mis sur pied, au cours de l'hiver 2001, un projet pilote visant à tirer profit du flot de données de RADARSAT-1 destinées aux opérations du SCG.

Dans le cadre de la démonstration « Winds from SAR », le Service canadien des glaces (SCG) a livré au centre météorologique régional de Thunder Bay, en Ontario (Canada), ce produit de données ScanSAR acquises en faisceau large. On aperçoit sur les lacs Supérieur et Michigan, les stries produites par le vent et les détails de surface correspondant aux variations de tons/rétrodiffusions. Le contraste ayant été accentué pour mettre en évidence les variations de rétrodiffusion sur les étendues d'eau, les terres apparaissent en teintes brillantes et les zones urbaines en couleurs saturées. *Données de RADARSAT-1 © Agence spatiale canadienne 2001. Reçues par le Centre canadien de télédétection. Traitées et distribuées par RADARSAT International. Produites et fournies par le SCG.*

De janvier à avril 2001, plus de 600 images ScanSAR de RADARSAT-1 ainsi que des produits dérivés sur les vents ont été fournis en temps quasi réel à trois centres météorologiques de la côte est et de la région des Grands Lacs du Canada pour évaluer l'utilité des données de RADARSAT-1 dans la préparation de prévisions météorologiques maritimes. Les commentaires des météorologues ont été très favorables à l'utilisation des données de RADARSAT-1 aux fins des applications météorologiques, notamment dans l'établissement de prévisions pour certains sites situés, par exemple, dans des régions côtières, zones marginales de glaces, lacs ou estuaires où soit les données d'observation sont rares, soit les données des capteurs, comme les diffusiomètres, sont limitées par une faible résolution et des contraintes terrestres. Le SCG entend répéter l'expérience « Winds from SAR » à l'hiver 2002.

Le Service canadien des glaces travaille également en partenariat avec le National Ice Center des États-Unis à la surveillance des glaces dans les Grands Lacs en hiver afin d'assurer la sécurité et l'efficacité des activités de navigation commerciale dans les lacs Érié, Huron et Michigan tout au long de l'année. Les deux services des glaces nationaux utilisent les images de RADARSAT-1 comme source première d'observations et peuvent ainsi coordonner leurs opérations afin de fournir à la communauté maritime, deux fois par semaine, des cartes qui montrent la répartition et l'épaisseur des glaces. Des bulletins quotidiens sont diffusés sur les ondes de la radio maritime afin de mettre à jour l'information sur les cartes et d'alerter les personnes concernées de la formation possible de conditions glacielles dangereuses. Les services des glaces sont en communication continue avec les services canadien et américain de garde côtière, qui exploitent une flottille de deux brise-glaces imposants et de plusieurs petits navires brise-glaces qui ont pour tâche d'empêcher la formation d'embâcles et d'escorter des navires le long de voies difficilement navigables en raison de la glace.

rce de données de choix



Cette photo aérienne montre deux lacquiers, le Southdown Challenger, un navire cargo américain, et l'Algowest, un pétrolier canadien, de passage dans la rivière Detroit. Conçus pour naviguer exclusivement sur les Grands Lacs, les lacquiers suivent les canaux dégagés par les brise-glaces. Lorsque la glace est trop épaisse, les brise-glaces escortent les lacquiers. *Photo aérienne © Don Coles.*

Depuis 1999, Students on Ice organise des expéditions de formation dans l'Antarctique et dans l'Arctique, et a conduit nombre d'élèves aux deux pôles de la Terre. Cet organisme d'Ottawa, en Ontario, permet à des élèves du monde entier de vivre des occasions uniques d'apprentissage en Arctique et en Antarctique et les aide à mieux comprendre et mieux respecter notre planète.

Par l'entremise de sa division Sensibilisation de la jeunesse et éducation, l'ASC contribue aux programmes éducatifs des expéditions de Students on Ice, par l'intégration de la technologie spatiale en fournissant des images de RADARSAT-1. La Division a conçu une trousse Web « clé en main » contenant de l'information et des activités d'apprentissage sur la science de l'imagerie radar et sur la façon dont elle fournit de précieux renseignements sur le changement climatique à l'échelle planétaire. Cette trousse est disponible sur le site jeunesse de l'Agence spatiale canadienne à l'adresse suivante : www.espace.gc.ca/espacejeunesse.

On peut prendre connaissance des succès des expéditions de Students on Ice dans l'Antarctique et dans l'Arctique en visitant le site Web www.studentsonice.com, qui permet à des millions de gens de tirer profit de l'expérience et des avantages des expéditions sur le plan pédagogique. Les programmes éducatifs des expéditions de Students on Ice comportent plusieurs volets. Un programme pré-expédition permet aux élèves de mieux se préparer à leur aventure éducative. Pendant les expéditions, les élèves participent à plusieurs ateliers, présentations, activités de recherche et occasions d'apprentissage concrètes. Une équipe de scientifiques, d'enseignants et de spécialistes en expédition de classe mondiale accompagnent les élèves et participent aux recherches en cours.

Des milliers d'élèves de tous âges et de toutes les régions du Canada et du monde entier suivent le déroulement des expéditions sur l'Internet. Tous les jours, pendant les expéditions en Antarctique et en Arctique, les élèves peuvent voir sur l'Internet des images satellitaires en temps réel, des photos numériques qu'ils peuvent s'échanger, des journaux de bord qu'ils peuvent consulter, des découvertes qu'ils peuvent partager entre eux, et bien plus encore.

À gauche, on aperçoit les membres de l'expédition arctique Students on Ice 2001 visitant un site au-dessus du fjord d'Itilleq dans l'ouest du Groenland. *Photo gracieuseté de Students on Ice.*

Students on Ice

En appui à deux expéditions de Students on Ice en 2001, le Service Exploitation de satellites de l'ASC a fourni des images de RADARSAT-1 pour aider les élèves à déterminer l'emplacement de leurs navires d'expédition, et les aider à apprendre comment interpréter les images de manière à mieux comprendre l'environnement physique de l'Arctique et de l'Antarctique.

Expédition dans l'Arctique en 2001

En août 2001, des élèves sont partis d'Ottawa, en Ontario, pour se rendre jusqu'au cercle polaire arctique en avion. Ils ont atterri sur l'île de Baffin dans une communauté éloignée. Ils sont ensuite montés à bord de leur navire d'expédition le *MS Akademik Ioffe* et ont passé les dix jours suivants à explorer l'Extrême-Arctique canadien avant de terminer leur périple au Groenland. Lors de cette expédition, on a acquis, le 20 août 2001, une image en mode étendu à haute incidence de Pond Inlet, sur laquelle on voyait le navire de l'expédition. De plus, une image en mode Standard 7 d'Ilulissat, au Groenland, acquise le 24 août 2001, montrait les sites où les membres de l'expédition se sont rendus à bord d'un zodiac.

Expédition dans l'Antarctique en 2001

En décembre 2001, des élèves se sont envolés de Toronto, en Ontario, jusqu'à Ushuaia, en Argentine, survolant ainsi deux continents. Ils ont ensuite embarqué sur le navire d'expédition *Polar Star*. Au cours des onze jours suivants, ils ont navigué dans les eaux agitées du détroit de Drake, qui séparent l'Amérique du Sud de l'Antarctique, et exploré les îles au large de la péninsule de l'Antarctique. Une image RADARSAT-1 a été utilisée pendant cette expédition : une image Standard 3, acquise le 9 décembre 2001, de l'île Deception, située au large de l'extrémité de la péninsule de l'Antarctique.

Ces deux expéditions ont fourni une occasion unique d'intégrer la technologie RADARSAT-1 au programme Students on Ice, et de montrer comment les élèves peuvent avoir recours à la technologie spatiale perfectionnée pour faciliter leur compréhension du monde dans lequel ils vivent.

Cette image en mode standard 7 de Ilulissat, au Groenland, a été acquise pour appuyer l'expédition Students on Ice en Extrême-Arctique en août 2001. Après avoir visité l'île de Baffin, les 75 élèves ont traversé le détroit de Davis à bord de leur embarcation d'expédition, le *M/V Akademik Ioffe*, afin d'explorer la région de Disko Bay, y compris Qilikitsoq où les momies du Groenland furent trouvées il y a 20 ans. Ils se sont également rendus à la Arctic Research Station située à Qeqertarsuaq et jusqu'à la calotte glaciaire du Groenland à proximité de Illusuaq. *Données de RADARSAT-1 © Agence spatiale canadienne 2001. Reçues par le Centre canadien de télédétection. Traitées et distribuées par RADARSAT International. Photo d'icebergs © Guillaume Dargaud (www.gdargaud.net). Photos des membres de l'expédition et de leur embarcation. Gracieuseté de Students on Ice © Brendon Grunewald (www.70south.com).*

aux besoins commerc

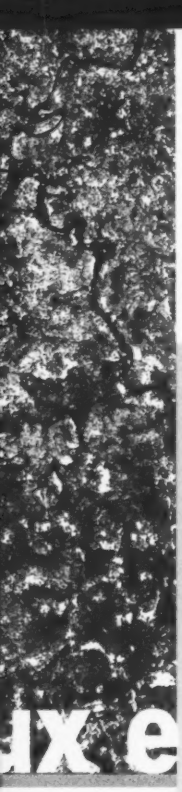
Soumis à l'effet de la mousson annuelle, les terrains plats dans le delta de la rivière Rouge au Vietnam sont grandement exposés aux inondations. En utilisant des satellites d'observation de la Terre, comme RADARSAT-1 et LANDSAT 7, pour capter des images d'une zone avant les débordements, il est possible de recueillir des informations de base sur l'occupation des sols, les types de peuplements et les infrastructures afin de préparer les mesures d'atténuation des inondations. *Données de RADARSAT-1 © Agence spatiale canadienne 2000. Reçues par le Centre canadien de télédétection. Traitées et distribuées par RADARSAT International (RSI). Données de LANDSAT 7 © EDC 1999. Produites et fournies par RSI.*

En février 2002, M. Phil Gray, ancien président-directeur général de la filiale Access BC Information Services de MDA, a succédé à M. Roland Knight à la présidence de RSI. M. Knight quitte l'entreprise avec la conviction que, sous la direction de M. Gray, RSI restera à l'écoute des nouveaux besoins des utilisateurs et fera en sorte que RSI soit prête pour RADARSAT-2.

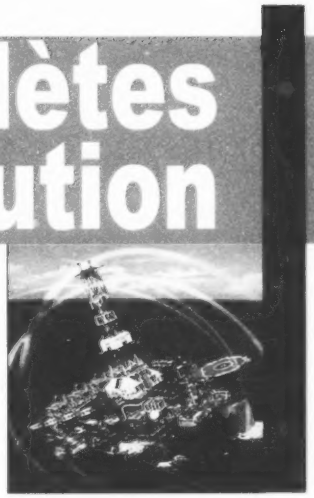
RSI et son réseau mondial de distributeurs, de partenaires à valeur ajoutée et d'utilisateurs de RADARSAT-1 se retrouvent à l'heure actuelle dans près de soixante pays. En 2001, quatre nouveaux distributeurs en Colombie, en Grèce, en Russie et en Turquie de même qu'une nouvelle station de réception au Brésil ont signé une entente avec RSI et l'ASC.

Surveillance des glaces et des déversements d'hydrocarbures en mer

Les secteurs d'affaires traditionnels de RSI qui sont liés à RADARSAT-1, soit la surveillance des glaces et des déversements d'hydrocarbures en mer, ont aussi largement contribué au succès qu'a connu l'entreprise l'an dernier. L'Amérique latine et l'Europe ont ensemble généré près de deux millions de dollars, dérivés de l'utilisation de RADARSAT-1 pour détecter les suintements d'hydrocarbures d'origine naturelle ou anthropique. En mars 2002, RSI annonçait que son client Petrobras du Brésil est sur le point de terminer la mise en œuvre intégrale d'un imposant programme environnemental en matière de détection de déversements d'hydrocarbures et de prévention des catastrophes en Amérique latine. Le programme comprend un marché avec RSI qui fournira de l'imagerie RADARSAT-1 assortie de programmation d'urgence et de services de traitement en temps quasi réel.



ux en Solutions complètes constante évolution



Les clients, tant au Canada qu'en Europe, ont continué de miser sur RADARSAT-1 en 2001 pour surveiller les conditions des glaces dans les voies maritimes du nord. RSI participe en outre à un projet pilote qui fait appel à l'imagerie RADARSAT-1 pour la surveillance des glaces de rivière en Colombie-Britannique en vue d'aider à réduire les risques d'embâcle liés aux inondations et à exploiter efficacement les réservoirs au cours de la saison des glaces.

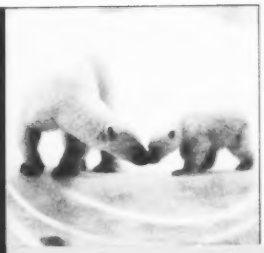
Nouveaux systèmes et réseaux d'information

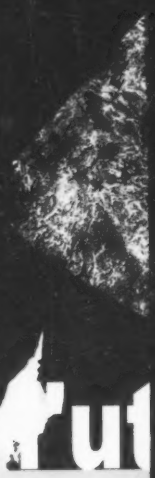
Dans le cadre d'un autre projet, appuyé par l'Agence canadienne de développement international (ACDI) ainsi que des partenaires au Canada et au Vietnam, RSI a livré un système d'information RADARSAT sur les inondations (RFIS). Accessible par Internet, le système fournit des données en temps quasi réel au Centre vietnamien de gestion des catastrophes. L'année 2001 a été la première entièrement opérationnelle de l'ICT Dev Group de RSI, qui est à l'avant-garde du développement de réseaux d'information accessibles par Internet et qui fabrique des outils d'aide à la décision pour appuyer la gestion des ressources agricoles, hydrologiques et environnementales.

En février 2002, l'ICT Dev Group s'est vu attribuer par l'ACDI un marché pour la première phase du projet AERIN (*Andaman Environmental Resource Information Network*) visant un réseau d'information sur les ressources environnementales des Andaman et mené dans le sud de la Thaïlande. Cette phase comprend une étude de faisabilité ayant pour objet d'examiner et d'évaluer la conception et la mise en œuvre éventuelles du réseau AERIN de même que le transfert de technologie et la formation connexes.

Nouveaux produits INSAR et MAN

Le maintien de RADARSAT-1 sur une orbite à +/- 2 km a permis à RSI de promouvoir de nouvelles applications INSAR et de trouver de nouveaux débouchés commerciaux pour les modèles altimétriques numériques (MAN) dérivés de RADARSAT-1. RSI a notamment livré un MAN complet de la Colombie à la National Imagery and Mapping Agency des États-Unis. Elle a également conclu une entente sur les produits avec SYNOPTICS Holding BV des Pays-Bas pour mettre au point des MAN dérivés de RADARSAT-1 et appliqués à diverses régions du monde. De plus, RSI fournit des données numériques d'altitude à la compagnie Jeppesen du Colorado qui, à son tour, fournira à ses clients des sous-ensembles de données hautement spécialisées destinés à des systèmes d'évitement d'obstacles et d'avertissement ainsi qu'à d'autres systèmes d'avionique de pointe.





Des ateliers stimulant

Dans la foulée de l'atelier réussi qui a été présenté à St. John's, RSI et le département de l'Industrie, du Commerce et du Développement rural du gouvernement de la province de Terre-Neuve-et-Labrador ont conclu une entente qui permettra à la province d'accéder aux données et produits de données de RADARSAT-1. En vertu de cette nouvelle entente, Terre-Neuve-et-Labrador deviendront partenaires du programme et pourront obtenir des données de RADARSAT-1 aux mêmes coûts que les autres partenaires du programme.

Cette entente permettra aussi à Terre-Neuve-et-Labrador de faire appel à RADARSAT-1 pour répondre à la demande de plus en plus importante en matière d'imagerie spatiale dans de nombreuses applications, notamment pour la surveillance environnementale des opérations pétrolières et gazières en mer et de la pêche, de même que pour la surveillance des navires et des glaces. Des initiatives antérieures, portant notamment sur la détection d'icebergs dans les Grands Bancs et des applications associées aux pipelines réalisées dans le cadre de marchés industriels et internationaux, ont également donné lieu à de nouvelles retombées économiques

sation de nées

Cette mosaïque colorée du Nunavut, du Yukon et des Territoires du Nord-Ouest (Canada) en période estivale est composée de 107 images ScanSAR captées en faisceau étroit sur une période de trois ans. *Données de RADARSAT-1 © Agence spatiale canadienne 1998-2000. Reçues par le Centre canadien de télédétection (CCT). Traitées et distribuées par RADARSAT International. Produites et fournies par le CCT. Photo d'Inuit © Nick Newbery (www.arctictravel.com).*

Yukon, Nunavut et Territoires du Nord-Ouest

Des ateliers ont également été organisés au Yukon, au Nunavut et dans les Territoires du Nord-Ouest et une nouvelle entente sur l'acquisition de données a été conclue avec le Yukon.

L'atelier qui a eu lieu à Iqaluit, au Nunavut, a permis de présenter les capacités et applications de RADARSAT-1 à des représentants du gouvernement territorial. Le Nunavut couvre une superficie d'environ 1,9 million de kilomètres carrés, soit près d'un cinquième de tout le territoire canadien. La majeure partie du territoire du Nunavut est couverte par les masques de la station réceptrice de Gatineau, au Québec (pour l'est du Nunavut) ou de Prince Albert, en Saskatchewan (pour l'ouest du Nunavut).

RADARSAT-1 a été conçu à l'origine pour être utilisé dans le Nord canadien, car très peu de cartes topographiques précises sont disponibles pour cette vaste région du pays où les longues périodes d'obscurité limitent grandement l'utilisation de capteurs optiques.

Pendant l'atelier tenu au Nunavut, on a discuté des domaines d'intérêts suivants :

- Sciences de la terre (exploration minière, prospection de gisements d'hydrocarbures);
- Cartographie des glaces (glaces de mer, activité à la lisière des floes, recherche et sauvetage);
- Hydrologie (cartographie de la neige);
- Océans (cartographie du littoral côtier);
- Pêches;
- Protection de l'environnement et gestion de catastrophes écologiques;
- Cartographie de l'habitat des espèces sauvages;
- Parcs et tourisme.

Jusqu'à récemment, RADARSAT-1 avait principalement été utilisé au Nunavut pour la surveillance des glaces et des déplacements des navires. Toutefois, le dernier atelier s'est avéré générateur d'idées pour de nouvelles utilisations de RADARSAT-1 dans ce territoire, en mettant davantage en évidence le potentiel des applications dans les domaines social, environnemental et commercial dans les communautés nordiques du Canada.

La deuxième année d'existence du Programme de développement d'applications en observation de la Terre (PDAOT) a vu le lancement de deux demandes de propositions (DP) qui ont donné lieu à plusieurs nouveaux marchés. Au nombre de ceux-ci figurent certains projets de RADARSAT-1 qui sont présentés ci-dessous.

Exploration pétrolière et gazière et études d'impact

Hatfield et le Research Institute of Petroleum Exploration and Development (RIPED) de PetroChina se sont associés en vue d'utiliser des ensembles de données de RADARSAT-1 et autres données d'observation de la Terre à des fins d'exploration pétrolière et gazière et d'études d'impact sur l'environnement dans la région de Kuche (bassin du Tarim) en Chine. Il convient de mentionner que cette proposition découle directement de la mission d'Équipe Canada menée en février 2001 en Chine et du séminaire connexe sur l'espace qui a été organisé par l'ASC et le CCT.

Extraction de l'équivalent en eau de la neige

VIASAT Geo-Technologies, en partenariat avec RSI et INRS-Eau, travaille à la mise au point et à l'évaluation d'une méthode faisant appel à RADARSAT-1 pour obtenir l'équivalent en eau de la neige en terrain montagneux. Le système d'information sur la neige offre en outre la possibilité d'être intégré à des initiatives mondiales visant à développer des modèles hydrologiques économiques et à encourager l'utilisation durable des ressources. (Voir l'image ci-dessous.)

Service de rapport d'évaluation des cultures

Digital Environmental Management travaille avec RSI et l'Université de la Saskatchewan à mettre au point un service Web de rapport d'évaluation des cultures à partir de données de RADARSAT-1. L'objectif visé est de faciliter le traitement des réclamations d'assurance pour pertes de récoltes évaluées à des millions de dollars, et de produire des cartes des cultures endommagées par le vent et la grêle. Les agents d'assurances dans le domaine seront en mesure de télécharger des cartes accessibles sur le Web. Cette nouvelle application désignée e-CARS (*Electronic Crop Assessment Reporting Service*) marque l'entrée de RADARSAT-1 sur le marché des ordinateurs de poche.

Cette image multitemporelle du mont Sproatt dans le sud de la Colombie-Britannique a été acquise en mode haute résolution 2. Elle a été produite dans le cadre d'un projet conjoint visant à évaluer l'utilisation des données de RADARSAT-1 pour obtenir des renseignements sur la répartition spatiale de l'équivalent en eau de la neige. L'image en couleur composée a fait l'objet d'une correction radiométrique pour réduire les effets du terrain sur le signal radar. VIASAT Geo-Technologies, INRS-Eau, B.C. Hydro, Hydro-Québec et RADARSAT International ont participé au projet. *Données de RADARSAT-1 © Agence spatiale canadienne 2001. Reçues par le Centre canadien de télédétection. Traitées et distribuées par RADARSAT International. Produites et fournies par VIASAT Geo-Technologies.*

Répondre aux besoins futur

Surveillance de l'intégrité des pipelines

Le secteur mondial du transport par pipeline est constamment confronté à des dangers opérationnels liés à l'empiètement qui entraînent des dommages mécaniques à l'infrastructure des pipelines. Via+ (Calgary, Alberta), une entreprise du secteur des pipelines, et C-CORE (St. John's, Terre-Neuve-et-Labrador), une entreprise de R.-D. spécialisée en télédétection, ont recours à l'imagerie EO—dont les images SAR de RADARSAT-1—pour aider le secteur à régler ce problème important.

La construction de routes, la pose de câbles, l'exploitation agricole, ainsi que le développement commercial et résidentiel peuvent causer des dommages mécaniques aux installations d'une tierce partie. À l'aide de RADARSAT-1 et des données optiques à résolution fine, il est possible de détecter l'équipement lourd et de reconnaître sa signature, comme des excavations par exemple. Les données de RADARSAT-1 et les données optiques des satellites se complètent mutuellement, car ces dernières présentent généralement une résolution plus élevée, tandis que celles de RADARSAT-1 sont très fiables, ne sont pas influencées par les conditions météorologiques et s'affichent en temps quasi réel, ce qui en fait le pilier de tout programme de surveillance des activités d'empiètement. On a également amélioré l'interprétation des données de RADARSAT-1 en utilisant des données optiques et des données SIG actualisées afin d'éliminer les fausses cibles (chatoiement, structures permanentes) des données SAR.

C-CORE s'affaire actuellement à mettre au point un logiciel de traitement automatique de l'empiètement, et travaille en collaboration avec des entreprises européennes et le CCT à améliorer les techniques de détection de cibles. La surveillance des pipelines en service par satellite est maintenant rendue à l'étape de la pré-commercialisation, et Via+ vient de mettre en marché un service de concepts destiné au secteur des pipelines. L'ASC a d'abord donné son appui au programme ADRO-2, et elle poursuit actuellement son engagement par l'entremise du PDAOT.

en observation de la Terre

Les structures géologiques linéaires, désignées linéaments (lignes bleues), apparaissant sur cette image acquise en mode haute résolution 4 du Mali sont des cibles potentielles pour le forage de puits. On a superposé, dans la moitié inférieure de l'image, une carte indiquant d'éventuelles formations aquifères. Cette carte a été produite par analyse des linéaments dérivés des données de RADARSAT-1, jumelées à diverses informations hydrogéologiques. Les zones susceptibles de présenter de nombreuses formations aquifères sont en rouge, tandis que celles présentant de faibles possibilités sont en jaune. *Données de RADARSAT-1 © Agence spatiale canadienne 1999. Reçues par le Centre canadien de télédétection. Traitées et distribuées par RADARSAT International. Produites et fournies par Tecsult International Limitée.*

Un modèle altimétrique numérique d'une zone du sud de l'Alberta a été créé à l'aide de données interférométriques et d'images en mode haute résolution 1 acquises lors de passages répétés le 18 septembre et le 12 octobre 2000. L'effet d'ondulation axé nord-sud apparaissant dans la portion supérieure gauche de l'image résulte des variations altimétriques entre les terres cultivées et les terres en jachère. *Données de RADARSAT-1 © Agence spatiale canadienne 2000. Reçues par le Centre canadien de télédétection. Traitées et distribuée par RADARSAT International. Produites et fournies par l'Université McMaster.*

RADARSAT-1 peut aider les organismes de santé à contrôler la malaria dans les régions tropicales. Ces trois images en mode standard 7 sont une classification séquentielle issue d'une routine segmentée orientée objet. La première image (1) est une image monodate de RADARSAT-1, la deuxième (2) illustre le résultat de la segmentation sur l'ensemble de données multitemporelles et la troisième (3) est le fruit de la classification orientée objet. On aperçoit des zones humides (classifiées en bleu) près de Mombasa, une ville insulaire située dans la partie inférieure de l'image (zone brillante). La proximité des zones humides et des zones habitées permet de délimiter les zones qui présentent des risques élevés de malaria pour les êtres humains. *Données de RADARSAT-1 © Agence spatiale canadienne 1999, 2001. Reçues par le Centre canadien de télédétection (CCT). Traitées et distribuées par RADARSAT International. Produites et fournies par le CCT. Photo de l'échantillonnage des larves de moustiques au Kenya © International Water Management Institute. Photo de girafes fournies par The Africa Guide (www.africaguide.com) / Photographe : Tina Sloma. Photo d'une mère et de son enfant © WHO / Pierre Virot. Photo de moustiques © David Arnot(www.euromalvac.org).*

Répondre aux besoins futurs en observation de la Terre

Caractérisation et gestion des ressources d'eaux souterraines

Tecsult évalue l'utilité des images de RADARSAT-1 et de Landsat pour des activités de cartographie menées dans le cadre de projets visant la caractérisation et la gestion des ressources d'eaux souterraines. Comme les ressources hydriques s'amenuisent de plus en plus, il importe de développer de nouveaux outils permettant de mieux évaluer la disponibilité des ressources et d'améliorer la gestion de celles-ci.

Autres projets RADARSAT-1 du PDAOT en 2001

Atlantis Scientific : Élargissement des techniques spatiales SAR interférométriques de diffusion permanente

Geomat International : Développement de bases de données climatiques et d'élevage

MIR Télédétection : Exploration du gaz naturel

Noetix Research : Développement et démonstration de produits de télédétection accessibles par plusieurs utilisateurs. Développement d'un indice d'humidité et d'érosion du sol et démonstration opérationnelle sur sol non cultivé

Paterson, Grant & Watson : Algorithmes de cartographie géologique rentables et de repérage de gîtes minéraux

Synetix / Université de Montréal : Mise à jour de cartes d'occupation des sols

Vantage Point International : Mise au point d'un service d'information de données sur le littoral faisant appel à RADARSAT-1

Le point sur ADRO-2

La campagne d'acquisition de données pour les 36 projets menés dans le cadre du deuxième programme Développement d'applications et possibilités de recherche (ADRO-2) s'est achevée en 2001. Plus de 430 scènes ont été livrées aux chercheurs canadiens et étrangers d'ADRO-2. Un tiers de ces scènes provient des archives de RADARSAT-1, ce qui répond à un objectif important du programme ADRO-2.

Les études ADRO-2 menées en 2001 se sont concentrées sur l'utilisation opérationnelle des données de RADARSAT-1, particulièrement des données d'archives, de même que sur l'application des données aux activités de secours et de reprise en cas de catastrophe. Ces études ont porté sur la détection et la discrimination des icebergs, la mesure de la vitesse des courants marins, la surveillance de l'intégrité des pipelines, l'élaboration de techniques de prévention des catastrophes et de réaction à celles-ci de même que sur les applications de l'interférométrie radar à la volcanologie.

Le volet américain du programme ADRO vient d'arriver au terme de sa première année d'existence, et on a reçu les rapports d'étape concernant la plupart des 65 projets appuyés par les États-Unis. Près de la moitié de ces projets sont consacrés à des applications sur la cryosphère, les autres s'intéressent à l'atmosphère, à l'écologie et à la biologie, à l'océanographie, à l'hydrologie et à la croûte terrestre. Un taux de succès supérieur à 86 p. 100 en matière d'acquisition de données a été maintenu pour les projets ADRO américains.

Le point sur les données destinées à la recherche (DRU)

Au cours des deux dernières années, le Programme de données de RADARSAT-1 destinées à la recherche (DRU) a contribué à rendre les images de RADARSAT-1 abordables pour les milieux de recherche internationaux. En tout, 22 projets ont été présentés et évalués, et ce programme dirigé par l'ASC et RSI suscite un intérêt qui ne cesse de grandir pour des applications tant scientifiques qu'opérationnelles.

En 2001, on a reçu 10 nouvelles propositions de projet émanant de chercheurs canadiens et étrangers. Les propositions couvrent une vaste gamme d'applications : pratiques d'occupation des sols, reconnaissance des risques de glissement de terrain après un feu de forêt, détection de panaches d'hydrocarbures, élaboration de systèmes d'alerte en cas d'embâcle et cartographie des champs de vent le long des zones côtières. Les projets de recherche parrainés jusqu'à présent ont autant fait appel à des images d'archives qu'à de nouvelles images.

Surveillance des maladies et évaluation des risques

Au CCT, des scientifiques continuent de mener d'importants projets de recherche d'applications de RADARSAT-1 dans les domaines de la surveillance environnementale, des risques naturels, de la cartographie des régions côtières et de la cartographie chromostéréoscopique. Un de ces projets adopte une approche pluridisciplinaire dans son étude sur l'utilisation de RADARSAT-1 pour la surveillance des maladies.

Les maladies à transmission vectorielle, comme la malaria, sont très répandues dans les régions tropicales et commencent à devenir une source de préoccupation à l'échelle mondiale. Grâce à sa capacité à percer le couvert nuageux, qui est souvent persistant dans les régions tropicales, et à sa sensibilité à l'humidité, RADARSAT-1 peut servir à cartographier les milieux humides et les zones marécageuses qui sont favorables aux vecteurs de maladies et à la reproduction de parasites. On peut également suivre de près les profils d'irrigation, les méthodes de déboisement ainsi que les effets des inondations locales et les relier à l'abondance éventuelle des vecteurs de maladies et à la proximité de régions peuplées afin de cartographier les zones où le risque d'infection est important.

Dans le cadre d'un projet de recherche mené par le CCT en collaboration avec la School of Tropical Medicine de l'Université Tulane (É.-U.), le Kenya Medical Research Institute (Kenya) et l'International Centre of Insect Physiology and Ecology (Kenya), on analyse des images multidates de RADARSAT-1 acquises au-dessus d'un site à l'étude sur la côte du Kenya. On a adopté pour ces travaux une approche de classification segmentée, orientée objet, qui convient particulièrement à l'identification de la couverture des terres au moyen de données radar.

RADARSAT-2 : percées

Cette image composite SAR à polarisations multiples en bandes C et X a été acquise à bord d'un CV-580 au-dessus du bassin des Mines, en Nouvelle-Écosse, en période de marée basse. Les motifs colorés témoignent des différences dans le contenu informatif des trois images utilisées. La ligne jaune indique la démarcation entre la terre ferme et la plaine tidale. Les applications liées aux océans et aux côtes tireront profit des perfectionnements de RADARSAT-2 en matière d'imagerie. *Données du CV-580 © Centre canadien de télédétection (CCT) 1999. Reçues, traitées, produites et fournies par le CCT.*

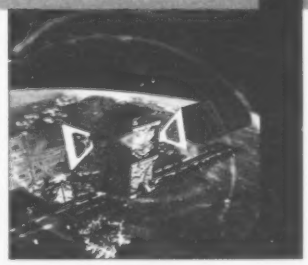
L'entrepreneur principal, MacDonald, Dettwiler and Associates (MDA), indique que le développement du satellite RADARSAT-2 avance bien. Les principaux jalons du projet franchis depuis avril 2001 sont les suivants :

- Réalisation de la revue de définition préliminaire de la mission Delta;
- Réalisation de la revue de définition préliminaire du secteur sol;
- Réalisation de l'analyse avancée de couplage des charges;
- Formation du premier faisceau sur le modèle technologique de la charge utile;
- Réalisation de la revue de définition préliminaire de tous les sous-systèmes et de la revue critique de définition de la majorité des sous-systèmes;
- Tenue de la revue critique de définition de la structure porteuse extensible (ESS);
- Fabrication des modules de l'antenne de vol.

MDA a de plus annoncé en janvier 2002 que la plate-forme du satellite a passé avec succès la revue critique de définition. Un point critique dans la construction du satellite a ainsi été franchi puisque la conception a été approuvée et qu'on peut aller de l'avant avec la fabrication. La livraison des principaux systèmes du satellite au Laboratoire David Florida pour leur intégration et leur mise à l'essai est prévue pour le début de 2003.

L'ASC continue à aider les milieux canadiens d'observation de la Terre à comprendre les concepts, à développer des outils et à explorer le potentiel offert par les données et les produits de RADARSAT-2. À cette fin, l'ASC a parrainé une mission

en observation de la Terre



Fonctionnant dans la bande C, RADARSAT-2 assurera la pérennité de tous les modes faisceaux exploités par RADARSAT-1, tout en offrant de nouvelles fonctions plus performantes, notamment une meilleure qualité de résolution spatiale et une souplesse inégalée dans le choix des options de polarisation. *Vue d'artiste de RADARSAT-2. Gracieuseté de MDA.*

aéroportée SAR en bandes C/X à bord d'un appareil CV-580 qui fera l'acquisition de données polarimétriques. Ces données simulées seront utilisées dans des projets préliminaires scientifiques et de recherche entrepris par les secteurs public et privé.

Mission en tandem de RADARSAT-2 et de RADARSAT-3 : une autre possibilité d'innover

En février 2002, l'ASC a annoncé le prolongement du marché conclu avec MDA pour élargir l'étude de faisabilité de la mission topographique de RADARSAT-2 et de RADARSAT-3 proposée. La prolongation de ce projet de pointe, conçu conjointement par l'ASC et MDA, démontre notre engagement envers l'innovation en recherche et développement. Cette mission de cartographie topographique débouchera non seulement sur toute une variété d'applications, mais elle renforcera aussi le leadership et les compétences du Canada sur le marché en plein essor de l'observation de la Terre.

Selon les résultats de l'étude de faisabilité, et après obtention de l'approbation et des fonds du gouvernement, on prévoit lancer RADARSAT-3 quelques années après RADARSAT-2 et faire évoluer les deux satellites en tandem pour recueillir des données sur les caractéristiques topographiques et altimétriques de la surface terrestre. L'ASC a déjà financé un certain nombre de changements particuliers à apporter au satellite RADARSAT-2 pour permettre la conduite d'une mission en tandem avec RADARSAT-3. Au nombre de ceux-ci, on compte un mécanisme de cryptage plus robuste, une plus grande capacité de stockage embarqué et une modification des éléments électroniques des capteurs pour permettre la synchronisation de l'instrument SAR avec le satellite RADARSAT-3.

Cette mission en tandem représente la mission spatiale de cartographie et d'information topographique la plus évoluée jamais conçue. Les données produites par la mission en tandem de RADARSAT-2 et de RADARSAT-3 serviront à appuyer les applications gouvernementales et commerciales nécessitant des informations sur les sols, notamment dans les domaines de l'exploration des ressources naturelles, du génie civil, de l'aménagement du territoire, de la navigation aérienne, de la surveillance des inondations, des missions de sauvetage, des secours en cas de catastrophe et de la planification des télécommunications.

L'Agence spatiale canadienne

Le mandat de l'Agence spatiale canadienne (ASC) consiste à promouvoir l'exploitation de l'usage pacifique de l'espace, à faire progresser la connaissance de l'espace au moyen de la science et à faire en sorte que les Canadiens tirent profit des sciences et techniques spatiales sur les plans tant social qu'économique. Pour mener à bien cette mission, à tous les niveaux de l'organisation, l'Agence vise l'excellence collective, préconise une attitude axée sur la clientèle, appuie des méthodes axées sur les employés et la communication ouverte, mise sur la responsabilisation et l'obligation de rendre compte, s'engage à collaborer et à travailler avec ses partenaires pour notre bénéfice mutuel.

Agence spatiale canadienne
6767, route de l'Aéroport
Saint-Hubert (Québec)
J3Y 8Y9
www.espace.gc.ca
Tél. : +1.450.926.4351
Téléc. : +1.450.926.4352

© 2002 Gouvernement du Canada.
No de catalogue : ST95-4/25-2002
ISBN : 0-662-66374-8